

# SPORT4U. APLICACIÓN DE ANÁLISIS DEPORTIVO CON PULSERAS INTELIGENTES



GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA

TRABAJO FIN DE GRADO

Autor:

Óscar Falcó Herrera

Tutor:

José García Rodríguez

Junio 2019

## **Agradecimientos**

Es mi deber agradecer a mi tutor José García por el esfuerzo y la dedicación mostrados durante la realización del proyecto.

## **Dedicatorias**

Dedico este trabajo a mi familia y a mis amigos que han sido de gran apoyo durante todo el proceso, pero sobre todo a mi pareja que ha sido un apoyo fundamental para la realización del mismo, sin ella no habría sido posible.

## **1. RESUMEN**

El presente documento corresponde a la memoria del trabajo de fin de grado llamado “Sport4U Aplicación de análisis deportivo con pulseras inteligentes”. Ha sido realizado por Óscar Falcó Herrera, estudiante de ingeniería informática, bajo la supervisión de José García Rodríguez.

Este proyecto está basado en la mejora de la accesibilidad del deporte tanto a personas que no lo practiquen como a deportistas. Del mismo modo trata de conseguir acercar la tecnología vestible a la práctica del deporte para poder mejorar la experiencia de usuario y mejorar su estilo de vida.

El desarrollo del proyecto se ha dividido en el desarrollo del marco teórico del problema propuesto y en el desarrollo de la aplicación móvil.

El desarrollo del marco teórico se ha dividido en varias partes de la que se destaca un estudio de proyectos similares al que se va a realizar y un estudio de mercado para poder obtener el mejor wearable para la realización del proyecto. Además, se debe de brindar por ayudar a mejorar la vida de las personas, premisa que se ha mantenido constante en todo el proyecto.

El desarrollo de la aplicación móvil consta de una explicación detallada de las funcionalidades implementadas y las pantallas realizadas. También se incluye el estudio de viabilidad realizado previo al desarrollo en el que se establecen las funcionalidades y los requisitos.



# Índice de contenido

1. Índice de contenido .....	1
2. Justificación y objetivos .....	2
2.1 Introducción.....	2
2.2 Motivaciones.....	3
2.3 Objetivos.....	4
2.4 Relación con asignaturas.....	5
3. Estado del arte.....	6
3.1 La tecnología en el mundo del deporte.....	6
3.2 Auge de la tecnología en el mundo del deporte.....	7
3.3 Estudio de mercado.....	8
3.3.1 Estudio del hardware actual.....	9
3.3.2 Tabla comparativa.....	18
3.3.2.1 Conclusiones.....	20
3.3.3 Elección del framework.....	21
4. Metodología.....	22
4.1 Requisitos mínimos.....	22
4.2 Fases del desarrollo.....	22
4.3 Metodología ágil utilizada.....	23
4.4 Herramientas Hardware utilizadas.....	24
4.4.1 Xiaomi miBand 3.....	24
4.4.2 BqAquaris X2.....	25
4.5 Herramientas software.....	26
4.5.1 Documentación.....	26
4.5.2 Planificación y cumplimiento de etapas.....	27
4.5.3 Diseño.....	27
4.5.4 Desarrollo.....	28
5. Estudio de viabilidad.....	29
5.1 Planificación temporal.....	29
5.2 Gestión de riesgos.....	30
6. Especificación de requisitos.....	34
6.1 Objetivos del sistema.....	34
6.2 Casos de uso.....	35
7. Aplicación móvil.....	40

7.1 Funciones.....	40
7.2 Pantallas.....	41
7.3 Implementación.....	52
7.4 Resultado final.....	64
8. Conclusiones.....	65
8.1 Revisión de los objetivos marcados.....	65
8.2 Conclusiones.....	66
9. Referencias.....	67

## **2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS**

Para poder explicar todo lo relacionado con este apartado se va a realizar una introducción en la cual se comentará la situación actual de la tecnología en el deporte y su accesibilidad.

### **2.1 Introducción**

El objetivo de este proyecto consiste en la mejora del rendimiento de deportistas gracias a la monitorización a través de dispositivos vestibles inteligentes o “wearable”. Este proyecto toma como referencia otros proyectos realizados dirigidos a la monitorización de pacientes, antecedentes que se verán reflejados en alguna característica de este proyecto.

El deporte siempre ha sido un gran espectáculo, un gran escaparate con el que se puede llegar a conseguir un puesto en un equipo de fútbol, baloncesto, balonmano etc., y conseguir grandes logros. Sin embargo, no es nada fácil llegar a los niveles de élite, los cuáles son ansiados por millones de deportistas en el mundo y tan solo unos pocos logran. Dentro del deporte, existe una tasa muy baja de éxito, pero todo el mundo sabe que para llegar a ser exitoso en este mundo se debe trabajar muy duro, aunque este camino no siempre es accesible para cualquier deportista.

En el deporte profesional, se destina una importante suma de capital a las canteras, a la formación de las categorías inferiores para después, llegar a triunfar. Nada más lejos de la realidad, estas canteras se dedican a captar a los mejores deportistas ya sea dentro del país o en otras regiones. Esto es debido a que estos filiales poseen una gran capacidad para ello, poseen dinero y medios, aspectos que facilitan poder “asegurar” un buen rendimiento de sus jugadores. Este despliegue hace posible el acceso a la tecnología en las canteras, cosa que potencia aún más si cabe la mejora de sus individuos, facilitando datos exhaustivos, detallados y personalizados para cada deporte.

Dentro de la entrada de la tecnología en el deporte, se ha mantenido una tendencia ascendente en lo que a mejoría se define. Tanto en tecnología para mejorar el equipamiento, los estadios y los polideportivos, como en mejorar la monitorización del deportista añadiendo más variables y más robustez a los entrenamientos. Sin embargo, todo esto queda lejos sino se tiene una gran inversión económica.

El deportista que más difícil lo tiene para alcanzar el éxito es el que pertenece a un club pequeño, un club con pocos ingresos y en el que se mueve más por devoción al deporte que aman que por dinero. En estos clubes todas las mediciones de entrenamientos en pretemporada o durante la misma se realizan a mano o se utiliza un cronómetro. Estas medidas no son totalmente exactas,



además de dar tan solo variables útiles pero pobres en variedad para poder conseguir una mejora considerable.

Es por eso por lo que se necesita dar alternativas más accesibles a los clubes con un poder adquisitivo no tan amplio como los grandes clubes. Una oportunidad a los jugadores que quieren aspirar a triunfar y tener éxito en el deporte que aman. Una tecnología fácil de utilizar, accesible a todo el mundo y que no sea de gran intrusión en el entrenamiento, para poder maximizar la experiencia deportiva.

## 2.2 Motivaciones

Poco a poco, en esta sociedad en la que la tecnología va avanzando a pasos agigantados, ya no es extraño ver que todo el mundo ha abierto la puerta a la tecnología, incluso la puerta de sus propias casas. Desde la llegada de los *smartphones*, este acercamiento de la tecnología y la vida cotidiana se ha ido acentuando, de tal forma, que ya no se concibe la vida cotidiana sin ella.

La sociedad actual ha hecho de la tecnología una necesidad. Esta necesidad se ha ido incrementando desde que la tecnología se puede llevar puesta. A estos dispositivos los llamamos: *weareables*; los *weareables* son aparatos o dispositivos electrónicos que se incorporan en alguna parte de nuestro cuerpo interactuando de forma continua con el usuario y con otros dispositivos con la finalidad de realizar alguna función. Dentro de los *weareables*, cabe destacar los dispositivos que más se han introducido en nuestro día a día, ya que de esta manera se puede comprender mejor: los *smartwatches* y las *smartbandes*.

Estos dispositivos fueron creados para aquellos usuarios que desean obtener un gran número de información sobre su día a día, y gracias a ello poder mantener su actividad física en un estado óptimo y/o mantener un estado de salud deseado. Para ello, el dispositivo controla a través de sensores incorporados, el ritmo cardíaco, un control de los pasos y distancia recorrida y la calidad de sueño entre alguna otra medida.

Gracias a esto, se pueden obtener grandes dispositivos e infinitas posibilidades de poder analizar al deportista. Sin embargo, el problema subyacente es el siguiente: Inversión monetaria. Dentro de estos *weareables* solo destaca una, por encima de todas, que sea accesible para todo el mundo dado su precio reducido y fácil uso. La Xiaomi Mi Band.

Este avance tecnológico permite poder combatir uno de los grandes problemas que sufre en la actualidad la población: El sedentarismo. Según la OMS: “Al menos un 60% de la población mundial no realiza la actividad física necesaria para obtener beneficios para la salud. Esto se debe en parte a la insuficiente participación en la actividad física durante el tiempo de ocio y a un aumento de los

comportamientos sedentarios durante las actividades laborales y domésticas”. Unos datos alarmantes que reflejan una inactividad física que aumenta y coloca al sedentarismo como la causa del 6% de los fallecimientos del planeta (FEC 2017).

Dado el problema anteriormente expuesto, es deber de un ingeniero poder investigar en solucionar los problemas subyacentes y de ese modo mejorar la calidad de vida de la sociedad.

Este hecho ha sido la motivación para realizar este proyecto. Éste se enfoca en la realización de una aplicación móvil, que a través de la pulsera Xiaomi Mi Band, pueda captar en tiempo real los datos emitidos por la pulsera, para posteriormente almacenarlos con el fin de analizarlos y poder mejorar las capacidades del deportista. A parte del análisis del deportista, se controlará que las pulsaciones del usuario no tengan valores inusuales. De ser así, se recomendaría al usuario parar el entrenamiento o en su defecto, si se detecta unos datos anómalos, avisar a la persona o personas establecidas como “contactos de emergencia” vía SMS.

También se realizará una Api restFull que recibirá datos de la aplicación móvil y los guardará, para que puedan ser accesibles desde la app o desde la web.

## **2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Con este proyecto se pretende conseguir demostrar la utilidad del empleo de wearables mediante una serie de objetivos propuestos que permitan alcanzar la meta final de este trabajo.

- Investigar y analizar proyectos similares.
- Investigar en profundidad los deportes en lo cuáles se puede tener una evolución positiva conjunta.
- Estudiar el mercado para la correcta selección de la smartband a emplear.
- Ofrecer una alternativa barata y accesible al deporte a un gran número de usuarios
- Investigar y analizar la pulsera inteligente Xiaomi miBand 3 mediante ingeniería inversa.
- Establecer los requisitos mínimos que ha de cumplir la aplicación.
- Diseñar la aplicación móvil en consecuencia a los requisitos establecidos.
- Implementar prototipos en cada iteración del proyecto.
- Entregar la aplicación móvil en su versión acabada.

## 2.4 RELACIÓN CON ASIGNATURAS

La Universidad de Alicante establece la Ingeniería Informática como una de las ingenieras tradicionales y su objetivo es preparar profesionales con una formación amplia y sólida que los prepare para dirigir y realizar las tareas de todas las fases del ciclo de vida de sistemas, aplicaciones y productos que resuelvan problemas de cualquier ámbito de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, aplicando su conocimiento científico y los métodos y técnicas propios de la ingeniería. Desde mi experiencia personal me decanto por el mundo de las aplicaciones, dado que es una de las razones por las cuáles entré en la carrera. El alumno que se matricule en esta carrera obtendrá estas capacidades, según la Universidad de Alicante:

**O-1.** Capacidad para concebir, redactar, organizar, planificar, desarrollar y firmar proyectos en el ámbito de la ingeniería en informática que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado siguiente, la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas, servicios y aplicaciones informáticas.

**O-2.** Capacidad para dirigir las actividades objeto de los proyectos del ámbito de la informática de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en la Planificación de las Enseñanzas.

**O-3.** Capacidad para diseñar, desarrollar, evaluar y asegurar la accesibilidad, ergonomía, usabilidad y seguridad de los sistemas, servicios y aplicaciones informáticas, así como de la información que gestionan.

**O-4.** Capacidad para definir, evaluar y seleccionar plataformas hardware y software para el desarrollo y la ejecución de sistemas, servicios y aplicaciones informáticas, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en la Planificación de las Enseñanzas.

**O-5.** Capacidad para concebir, desarrollar y mantener sistemas, servicios y aplicaciones informáticas empleando los métodos de la ingeniería del software como instrumento para el aseguramiento de su calidad, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en la Planificación de las Enseñanzas.

**O-6.** Capacidad para concebir y desarrollar sistemas o arquitecturas informáticas centralizadas o distribuidas integrando hardware, software y redes de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en la Planificación de las Enseñanzas.

**O-7.** Capacidad para conocer, comprender y aplicar la legislación necesaria durante el desarrollo de la profesión de Ingeniero/a Técnico en Informática y manejar especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.

**O-8.** Conocimiento de las materias básicas y tecnologías, que capaciten para el aprendizaje y desarrollo de nuevos métodos y tecnologías, así como las que les doten de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

**O-9.** Capacidad para resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, autonomía y creatividad. Capacidad para saber comunicar y transmitir los conocimientos, habilidades y destrezas de la profesión de Ingeniero/a Técnico en Informática.

**O-10.** Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planificación de tareas y otros trabajos análogos de informática, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en la Planificación de las Enseñanzas.

**O-11.** Capacidad para analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas, comprendiendo la responsabilidad ética y profesional de la actividad del Ingeniero/a Técnico en Informática.

**O-12.** Conocimiento y aplicación de elementos básicos de economía y de gestión de recursos humanos, organización y planificación de proyectos, así como la legislación, regulación y normalización en el ámbito de los proyectos informáticos, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en la Planificación de las Enseñanzas.

Dentro de la carrera, existen varias asignaturas de obligatoria mención que son útiles como herramientas para la adquisición de conocimientos previos que han contribuido en el correcto desarrollo del sistema. Entre las asignaturas cursadas a lo largo del grado hay que destacar las siguientes:

- Todas las relacionadas con las bases de datos: creación y manipulación de BD de distinta índole con gran destreza.
- Sistemas Inteligentes: Conocimiento y aplicación de los principios fundamentales y técnicas básicas de los sistemas inteligentes y su aplicación práctica.
- Gestión de Calidad del Software: Conocimientos sobre cómo medir y obtener una gran calidad para satisfacer al usuario, además de desarrollo en Ionic de una app.

- Aplicaciones distribuidas en Internet: Creación y manipulación de API Restfull.
- Metodologías ágiles del Desarrollo Software: Trabajo con metodologías ágiles en ingeniería del software.
- Análisis y Especificación de Sistemas Software: Adquisición de conocimientos sobre todo tipo de diagramas además del análisis de requisitos.
- Herramientas Avanzadas para el Desarrollo de Aplicaciones: Desarrollo web e introducción al modelo MVC.

### **3. Estado de arte**

En este apartado se va a comentar la entrada de la tecnología en el deporte, además del continuo aumento de su presencia en este mundo.

#### **3.1 La tecnología en el mundo del deporte**

Sin duda alguna se puede afirmar que la tecnología ha tenido un gran avance en el deporte durante los últimos 20 años. Poco a poco ha ido mejorando muchos aspectos de diferentes deportes entre los cuáles se pueden destacar baloncesto, fútbol, balonmano, tenis, béisbol, etc. La tecnología ha cambiado la forma de entrenar, la forma de en la cual vemos el deporte, hasta ha cambiado el reglamento de algunos de ellos.

En esta evolución es posible distinguir 2 caminos que se distinguen de la evolución de la tecnología: La evolución en favor del deporte y la evolución en favor del deportista.

La evolución que ha realizado la tecnología a favor del deporte ha sido vertiginosa. Si se comparan las bicicletas con las que se competían hace 20 años con las bicicletas que se compiten ahora, veremos las innumerables diferencias en los materiales, diseños y estilos. Las raquetas de tenis, los balones de fútbol, baloncesto, balonmano o el material de las tablas de surf. La mejora en todas las disciplinas es notable. Además, es de obligada mención las nuevas tecnologías introducidas para poder visualizar los diferentes deportes de forma más exacta, ya sea desde casa con una mayor resolución, o desde el propio estadio como hace el video arbitraje (VAR). Por tanto, el deporte es cada vez más accesible gracias a la tecnología y de ese modo favorece su expansión en el mundo entero.

La evolución que ha realizado la tecnología en el deporte a favor del deportista no se queda atrás tampoco. Poco a poco se ha ido mejorando la calidad del deportista en diversos factores. Dentro del factor de la excelencia del deportista, se han mejorado los materiales de las indumentarias usadas, dando como resultado mejoras considerables con ropa más liviana y efectiva en su disciplina correcta. Por otro lado, se ha mejorado considerablemente la recuperación de las lesiones. Los periodos de recuperación han ido reduciéndose a unos porcentajes bastante amplios, dando lugar a unas mejoras rápidas y funcionales que alargan la vida deportiva del deportista. Por último, como una evolución lógica, se ha mejorado considerablemente la prevención de lesiones en un deportista. Con la mejora de los materiales, de las vestimentas y el calzado se mejoró de una forma considerable la prevención de lesiones, pero esto no fue suficiente dado que se buscaba una

forma de controlar a los jugadores. Con esta premisa en mente, la tecnología comenzó a monitorizar a los deportistas. De ese modo, es posible controlar en cualquier momento su estado y prevenir un mayor número de lesiones. Poco a poco, la tecnología fue mejorando hasta que llegaron los *weareables*, la tecnología vestible. Según la empresa NEOSENTEC (2019) los dispositivos wearables se definen como: "pequeños sistemas electrónicos que podemos llevar puestos, o bien como una prenda de vestir más, o bien como parte de una prenda existente; y con ellos registrar información relevante de nuestra actividad". Medir el pulso cardíaco, calcular las calorías consumidas o los pasos realizados son solo algunas de las tareas que pueden realizar estos dispositivos.

### **3.2 Auge de la tecnología en el mundo del deporte**

Este auge de la tecnología se debe a diversos factores que se comentan a continuación:

#### **Prevención**

La prevención de las lesiones fue una de las causas de la llegada de los *weareables*. No es posible prevenir el 100 % de las lesiones, pero sí es posible reducir el porcentaje de sufrirlas con una monitorización del deportista. Se comenzó a trabajar en dispositivos inteligentes vestibles, que, de forma inalámbrica, enviara datos del deportista y poder, con ellos, obtener información en tiempo real del mismo. Dispositivos como el reloj Zerintia son el fruto del trabajo con estos dispositivos. Este smartwatch incorpora elementos de seguridad como el botón SOS (que un trabajador puede activar desde su reloj inteligente para recibir ayuda en cualquier momento y lugar), detección de caídas, algoritmo de "hombre muerto" y monitorización de signos vitales del trabajador. Kepa Sagastabeitia (INNOVASPAIN, 2016) socio de Innovación y Consultoría de Zerintia asegura que "Todos estos datos serán analizados en cualquier momento para identificar y resolver cualquier problema o incidente urgentemente".

#### **Recuperación**

Con el paso de los años, se han reducido los riesgos a contraer muchas lesiones. A la vez, también se ha reducido el tiempo de recuperación de las mismas. La electroestimulación o las cintas anti-gravedad son ejemplos gracias a los cuales se han visto mermadas las consecuencias de una lesión, reducidos los tiempos de recuperación y además, un aumento del porcentaje de recuperación funcional. El doctor Carlos Beneítez (LOZ, 2011) afirma lo siguiente sobre las lesiones y su recuperación gracias a la tecnología: "Los esguinces y lesiones de la zona del tobillo llevan cientos

de horas de rehabilitación, coste económico, días de baja e incluso frustración en rehabilitadores y pacientes por la lenta evolución. Con la máquina se puede reducir el tiempo de recuperación en torno a un tercio. Si un esguince grado 2 puede tardar en curar 30 días, con la máquina se reduce a un tercio. Además, el paciente puede trabajar solo, sin necesidad de un control constante del fisioterapeuta o el rehabilitador, debido a que la máquina registra tanto el esfuerzo realizado como el avance de la recuperación. En problemas como el del talón de Aquiles, que normalmente «no queda bien», el invento logra unos mejores resultados, no sólo de tiempo, sino también de función”.

### **Mejora del reglamento deportivo**

La tecnología llegó al reglamento deportivo para paliar el error humano que siempre existe en el deporte. Con la televisión se podía volver a ver jugadas, pero siempre era para el espectador. No fue hasta 2002 cuando la National Basketball Association (NBA) introdujo el Instant Replay en el juego. La posibilidad de que los árbitros revisarán alguna jugada que acababa de suceder. Esta fue una de las entradas más importantes en el mundo del deporte, suceso que dio pie a la introducción en diversos deportes, como el “Ojo de Halcón” en el tenis. Como último exponente tenemos el video arbitraje (VAR) en el fútbol.

### **Beneficio económico**

Se podía prever que este auge de la tecnología traería ganancias al sector tecnológico, y estas no han sido pocas. Según datos de CCS Insight (2019), las ganancias en el sector de artículos inteligentes superarán los 25.000 millones de dólares en 2020 y más de la mitad del negocio corresponderá a dispositivos relacionados con el deporte. Estas ganancias son, tan solo, las consecuencias de toda la evolución de la tecnología en el deporte, que a la vez que se hace más accesible a los usuarios, se revaloriza al alza. Porque, además, en el mismo estudio se revela que se prevé que en 2021 se alcancen los 213,6 millones de unidades vendidas. Todo esto se traduce en un gran valor de mercado, que hace de la tecnología un instrumento muy valioso.

## **3.3 Estudio de mercado**

Existen multitud de wearables relacionados con el deporte. Multitud de variables para cada modalidad existente, cada cual más diferente pero siempre con una premisa clara: Cuidado y mejora del deportista. Es por ello por lo que es necesario realizar un estudio de mercado para obtener qué alternativas existen. De ese modo se busca evitar realizar un trabajo que ya se



encuentre disponible para los deportistas. Gracias a este estudio, se pueden obtener ideas que puedan complementar nuestro sistema, nuevas características que aumenten el valor de este.

### **3.3.1 Estudio del hardware actual**

En este apartado se realiza una investigación sobre las pulseras deportivas que se ofrecen actualmente en el mercado detallando características y precios.

#### **Fitbit Charge 3**



Ilustración 1: fitbit charge 3

Fuente: [as.com](https://as.com)

Pulsera perteneciente a la empresa Fitbit, esta empresa nació en 2007 dedicada exclusivamente al desarrollo de tecnología vestible. Su objetivo es poder mejorar la calidad de vida de las personas simplificando el asunto de llevar una vida sana y activa. Para ello, entre otros dispositivos crearon la serie de smartwatches charge. En este caso, la charge 3, fue elegida por Wareable mejor pulsera de actividad de 2018.

La pulsera puede monitorizar el sueño, notificar llamadas, mensajes y las propias notificaciones del teléfono, al igual que puede detectar de forma automática si estás realizando algún deporte. Gracias a su aplicación, puede monitorizar en tiempo real el ritmo cardíaco, la distancia recorrida y las calorías quemadas durante la actividad.

Una de las ventajas de esta pulsera es su modo de sesión de respiración personalizada, dando una capa más de profundidad a la salud deportiva del usuario. Además de ello, proporciona una función personalizada para las mujeres; un calendario el cual ayuda a llevar un seguimiento de los periodos, registrar los síntomas y ver una predicción de la ovulación y de los días fértiles. Por último, incluye la capacidad de compartir entrenamientos y resultados con amigos.

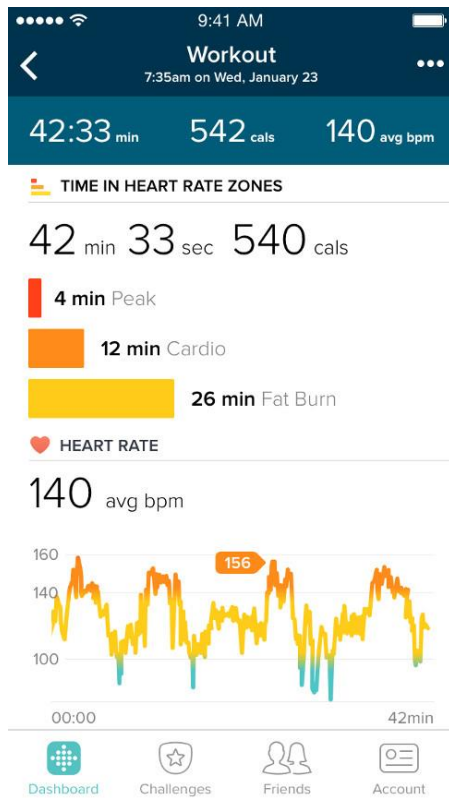


Ilustración 2: App fitbit

Fuente: [www.fitbit.com](http://www.fitbit.com)

La mayor desventaja de la pulsera es su precio, el cual se encuentra en 149,50€ según la página web oficial de la empresa. La hace una gran competidora dentro del sector de gama media de las pulseras inteligentes.

## Xiaomi Mi Band 3



Ilustración 3: xiaomi Mi Band 3

Fuente: [es.banggood.com](http://es.banggood.com)

Creada por la empresa china Xiaomi, es una de las pulseras más baratas del mercado y a la vez más completa. La empresa nipona se lanzó al mercado de los *weareables* vestibles en 2014 con la primera Mi Band. En este mercado encontró un nicho para explorar en el cual ha ido introduciendo más productos como camisetas.

Esta pulsera que obtiene la mejor calidad/precio, fue lanzada en 2018 como sucesora de la Xiaomi Mi Band 2 que atesoró una gran popularidad. Puede monitorizar el sueño calculando las fases de sueño profundo y de sueño ligero, calcula la distancia recorrida (gracias al GPS del teléfono) y las calorías quemadas. Además de ello, puede mostrar notificaciones en pantalla, pudiendo ser editadas desde la App y elegir qué aplicaciones se mostrarán, al igual que con las llamadas, incluyendo la opción de colgar desde la pulsera. Por último, puede contener objetivos marcados por el usuario y establecer alarmas únicas de la pulsera con vibración de la misma.

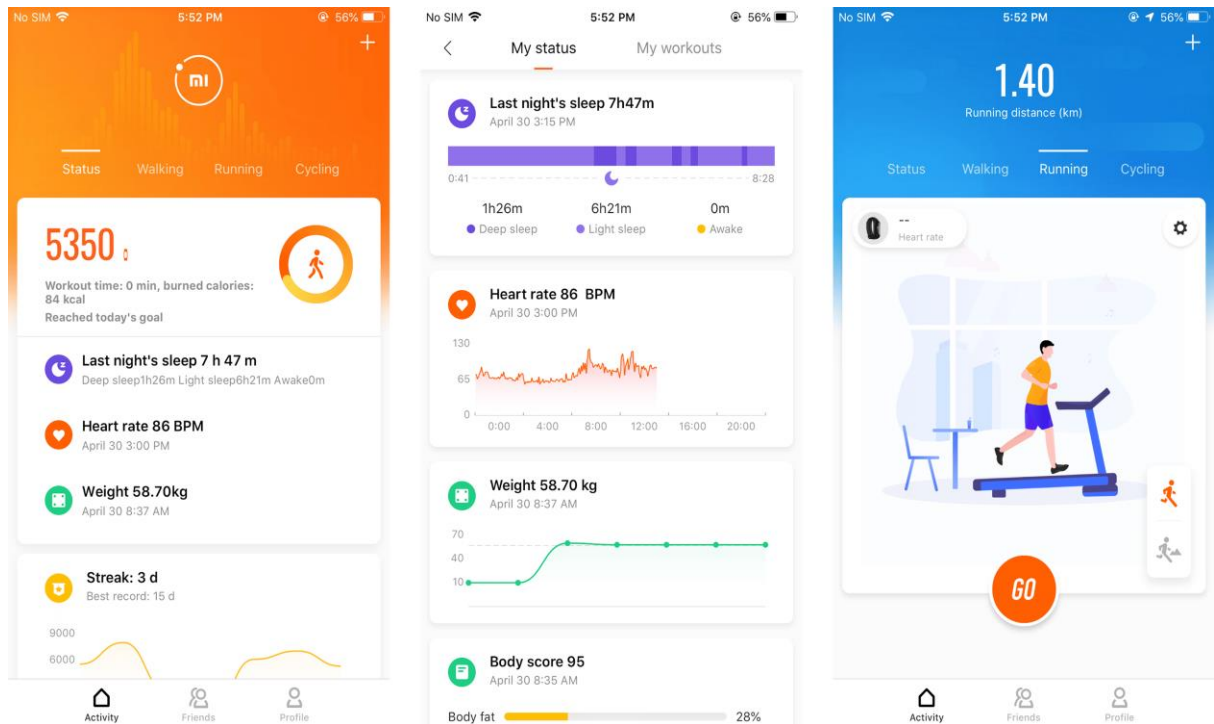


Ilustración 4: mi fit app

Fuente: [www.xiaomi.com](http://www.xiaomi.com)

Una de las mayores ventajas de esta pulsera es su reducido precio, dado que este modelo se encuentra a tan solo 24,99€ según su página oficial. A través de la app se puede exprimir al máximo esta pulsera dando la sensación de que es una pulsera de gama media-alta, con un repertorio de características muy especial. Además, te conecta con amigos.

Su mayor desventaja es la pantalla, dado que es una pantalla algo diminuta, sin color (cosa que se mejora en su nuevo modelo) y con alguna dificultad de visualización de la misma al exponerla al sol. Sin embargo, estas decisiones de diseño le dan una autonomía de 3 semanas.

## Amazfit Bip



Ilustración 5: Amazfit Bip

Fuente: [www.xatakandroid.com](http://www.xatakandroid.com)

También de la empresa Xiaomi, esta pulsera es un modelo más avanzado que la Mi Band. Este dispositivo con más y mejores características asciende a la gama media de los relojes inteligentes.

Este wearable es capaz de monitorizar el sueño dando un análisis del mismo, gracias a la app Mi Fit, como la Mi Band. También ofrece un medidor de ritmo cardíaco y un GPS integrado, características que proporcionan un seguimiento de la actividad deportiva bastante completo a tiempo real. También permite calcular con ellos características como la velocidad máxima o el trayecto, valores añadidos a la experiencia deportiva del usuario. Además de ello incluye 4 modos de deporte diferentes y un análisis de la frecuencia cardíaca, que puede analizar y predecir el deporte que se está realizando, además de si es indoor o exterior.

La principal ventaja de este dispositivo inteligente es su autonomía, que alcanza los 45 días de duración. La otra gran ventaja es su pantalla, antirreflejos y totalmente táctil que permite recibir notificaciones e interactuar con ella como por ejemplo declinando llamadas. Permite ver los gráficos y los datos importantes sin ningún problema incluso a plena luz del día.

La principal desventaja es que, con el precio de la pulsera, 99€. Este hace que esta pulsera no sea una gran oferta dentro de las pulseras de gama media.

## Garmin Forerunner 235



Ilustración 6: garmin forerunner 235

Fuente: [www.xataka.com](http://www.xataka.com)

Este reloj inteligente está fabricado por Garmin. La empresa fabricante de dispositivos GPS ofrece con este artículo un diseño más cercano a lo que un reloj se refiere con una cubierta circular, aumentando de ese modo el tamaño, pero a la vez, la información en pantalla.

Este dispositivo inteligente ofrece una gran conexión GPS con la que poder rastrear la ubicación y de ese modo proporcionar información importante como la velocidad o la distancia recorrida. Además de ello permite controlar las calorías que se han quemado y la monitorización del sueño. También permite visualizar notificaciones en pantalla, al igual que las llamadas entrantes. Todo ello se puede configurar a través de su App.



Ilustración 7: mapa garmin

Fuente: <https://buy.garmin.com/es-ES/ES/p/529988#overview>

Como gran ventaja de esta pulsera inteligente es posible destacar la falta de necesidad del teléfono para poder obtener señal GPS, dado que lo trae integrado. Además, es posible descargar planes de entrenamiento online o crear uno propio. Por último, incluye varias opciones de personalización con widgets y aplicaciones propias para el reloj, lo que aumenta la personalización y el uso.

Las principales desventajas que se le atribuye a este weareable es su batería, ya que en modo inteligente tiene una duración de 9 días (bastante inferior a sus competidores directos) y en modo GPS tan solo 11 horas. Y, por otro lado, su precio que asciende a 239.99 € según su página oficial.

### Suunto - Spartan Trainer Wrist HR



Ilustración 8: spartan trainer

Fuente: [www.xataka.com](http://www.xataka.com)

Este wereable fue lanzado por la empresa Suunto, empresa característica por ser la primera que lanzo un reloj ABC. El primer reloj con altímetro, barómetro y brújula (Altimeter, Barometer, Compass).

Este dispositivo es capaz de controlar la frecuencia cardíaca, las calorías quemadas y controlar los pasos realizados. También monitoriza el sueño además de tener historiales de este al igual que de la actividad. Pueden establecerse objetivos diarios de pasos y calorías y consultar el tiempo.

La gran ventaja que nos ofrece esta pulsera es poder visualizar el mapa a tiempo real. Gracias al GPS integrado en la pulsera, es posible establecer la posición en tiempo real, además de planificar rutas, tiempos de recuperación y calcular las cargas de entrenamiento. Por último, hay que destacar la posibilidad de compartir datos a través de redes sociales.



Ilustración 9: spartan trainer app

Fuente: [www.suunto.com](http://www.suunto.com)

Las desventajas más notorias de este dispositivo, al igual que alguno comentado anteriormente, son el precio que asciende a 181,35€, además de su batería que dura 11 horas en modo GPS y 7 días en modo normal.



## Polar vantage 5



Ilustración 10: polar vantage 5

Fuente: [www.polar.com](http://www.polar.com)

Dentro de la gama alta de *weareables* deportivos, encontramos en primer lugar la Polar Vantage 5. Este dispositivo está desarrollado por Polar, la primera empresa en construir un monitor de ritmo cardíaco inalámbrico.

Este reloj inteligente es uno de los más completos del mercado, en torno a características relacionadas con el deporte se refiere. Contiene más de 130 perfiles deportivos diferentes para poder realizar sesiones personalizadas con cada deporte. Además de ello se puede obtener una estimación de la sesión deportiva con la ruta marcada y los ejercicios a realizar. También contiene un sensor de ritmo cardíaco que permite monitorizar al deportista durante el ejercicio, al igual que lo puede hacer durante todo el día. También es posible monitorizar el sueño y poder analizarlo, de ese modo, poder obtener la calidad y la cantidad. Por último, el dispositivo es capaz de realizar el cálculo de las calorías quemadas.



Ilustración 11: polar vantage app

Fuente: [www.ouiinfrance.com](http://www.ouiinfrance.com)

La gran ventaja de este weareable es su completitud. Es un dispositivo muy completo para estar dedicado tan solo al deporte. Es posible analizar el deporte realizado por el usuario para poder conocer si se está sobreentrenando, de ese modo es posible evitar lesiones al usuario. Además de ello, permite ver el estado de recuperación del cuerpo, para mostrar al usuario si está preparado o no. Todo ello es posible gracias a la cinta que se proporciona con el producto.



Ilustración 12: polar vantage 2

Fuente: [www.polar.com](http://www.polar.com)

La principal desventaja de este weareable es su precio, el cual es de 499€. Un precio que eleva el dispositivo en cuestión a la gama alta del mercado. Una cantidad que se entiende dadas las grandes características que se obtienen de él.

### 3.3.2 Tabla comparativa

A continuación, se muestra una tabla comparando todos los proyectos anteriores para poder ver de una forma más clara todas sus características:

Wearable	Frecuencia Cardíaca	Monitorización del sueño	GPS	Batería (días)	Hardware extra	Modos de deporte	SDK	Precio
<b>Fitbit Charge 3</b> 	SI	SI	SI	7	NO	15	SI	149,50
<b>Mi Band 3</b> 	SI	SI	NO	21	NO	15	NO	24,99
<b>AmazFit bip</b> 	SI	SI	SI	45	NO	4	NO	99
<b>Garmin Forerunner 235</b> 	SI	SI	SI	9	NO	30	SI	239,99
<b>Suunto Spartan Trainer Wrist HR</b> 	SI	SI	SI	7	NO	80	NO	181,35
<b>Polar Vantage 5</b> 	SI	SI	SI	40 horas en modo GPS	NO	130	SI	499

### 3.3.2.1 Conclusiones

Después de haber comentado en profundidad diferentes *weareables* disponibles en el mercado, se procede a obtener una serie de conclusiones sobre los mismos.

Gracias al estudio de mercado se puede saber que la tecnología no es barata, si se quieren grandes prestaciones es necesario realizar una gran inversión. Sin embargo, la Mi Band 3 es un reloj inteligente que exprime al máximo sus prestaciones ayudada claro está, por la app Mi Fit. La Mi Band 3 es, como se ha comentado anteriormente, una de las mejores sino la mejor en relación calidad/precio. Su precio se torna muy atractivo viendo que puede rendir como una pulsera de gama media-alta, aunque es necesario el Smartphone para utilizar funciones relacionadas con GPS.

Se puede destacar con el estudio de mercado que existen dispositivos dedicados exclusivamente al deporte, los cuáles mejoran y aumentan la experiencia deportiva a niveles muy superiores a los que el deporte en sí ya proporciona. Estos dispositivos contienen modos de deporte personalizados, al igual que sesiones de entrenamientos y algunos, sesiones de respiración para recuperar. Además de ello, muchos incluyen GPS integrado, con lo cual hace que se dependa poco del teléfono, característica a destacar. Gracias a ello, es posible obtener diferentes funciones en el Smartphone relacionadas con la ruta que se está siguiendo, la velocidad o una predicción de lo que queda de recorrido.

Los puntos positivos de la Mi Band 3 es que es una pequeña inversión que le da mucho al usuario. Para poder iniciarse en el deporte junto a *weareables* es una gran opción que, aunque dependa del móvil para diferentes opciones, hace mucho más accesible el deporte y la salud deportiva a usuarios que posiblemente no estarían al alcance del usuario sin estos dispositivos.

Como se ha visto a lo largo de este estudio de mercado, el deporte sale muy beneficiado gracias a los *weareables* y estos mismos se adaptan a cada tipo de usuario de una forma espectacular. Por ello cabe destacar que la Mi Band 3 es la pulsera que mejor se adapta a los usuarios dentro de un rango de precio muy bajo. Gracias a sus funcionalidades, cumple las expectativas tanto para aquellas personas que sean novatas en el deporte como para las que ya están familiarizadas y tienen una vida deportiva activa.

### 3.3.3 Elección del framework

Una de las decisiones más importantes dentro del desarrollo es la elección del framework a utilizar dentro de las grandes variantes que existen. En este caso se ha decidido realizar en Android Studio,

framework basado en IntelliJ que proporciona numerosas ventajas en la realización de aplicaciones, las cuáles se detallan a continuación:

- Compilación rápida.
- Ejecución de la app en tiempo real gracias al emulador.
- Ejecución de la app directamente desde el móvil.
- No soporta el desarrollo para NDK, pero IntelliJ con el plugin Android sí.
- Tiene renderizado en el tiempo real, layouts y puede hacer uso de parámetros tools.
- Contiene todo lo necesario para desarrollar cualquier IDE.
- Es capaz de asociar automáticamente carpetas y archivos con su papel en la aplicación
- Herramientas Lint. Detecta el código no compatible entre arquitecturas diferentes o código confuso.
- Utiliza ProGuard, para poder optimizar y reducir el código del proyecto al exportar a APK, para dispositivos de gama con limitaciones.
- Alertas en tiempo real de errores sintácticos, compatibilidad o rendimiento antes de acabar la aplicación.
- Posibilita la opción del control de versiones accediendo a un repositorio y poder descargar Mercurial, Git, Github o Subversion.

## **4. Metodología**

En este apartado se van a describir las herramientas necesarias para el correcto desarrollo del proyecto. Estas herramientas están comprendidas en lo que se puede llamar Ingeniería del software, disciplina que comprende análisis previo de la situación, el diseño del proyecto, el desarrollo del software, las pruebas necesarias para confirmar su correcto funcionamiento y la implementación del sistema. En el proyecto se van a realizar etapas que son una aproximación a las anteriormente detalladas, etapas que serán descritas a continuación:

### **4.1. Requisitos mínimos**

Para poder de desarrollar el proyecto, probarlo y utilizarlo es necesario cumplir una serie de requisitos mínimos que den cabida a que todas las funcionalidades sean accesibles:

- Versión de Android 4.4 o superior. Es a partir de esta versión en la que se integra la tecnología Bluetooth Low Energy (BLE). Sin ella, es imposible conectar la smartband con el smartphone.
- Smartband Xiaomi Mi Band 3. Smartband seleccionada para el proyecto y la única en la cual se han realizado pruebas en el proyecto.

### **4.2 Fases del desarrollo**

En este punto se nombrarán y se realizará una explicación introductora a cada una de las fases seguidas en el desarrollo del proyecto.

- Análisis de requisitos: primera etapa en la que se identificarán conceptos importantes sobre el proyecto, tales como las necesidades del proyecto, las funcionalidades y los requisitos.
- Diseño del proyecto: se comienza en esta etapa a redactar los casos de uso y se realizarán los mockups en un primer acercamiento a la aplicación de forma visual.
- Desarrollo del software: etapa en la cual se realizará la aplicación plasmando la información recogida y establecida en las etapas anteriores.

- Pruebas: etapa que va conjunta a la anterior en la que se debe concretar que las funcionalidades realizadas en la etapa de desarrollo cumplen las expectativas establecidas.

Las 2 últimas etapas estarán desarrolladas en conjunto dado que este proyecto se realiza siguiendo metodologías ágiles que se comentarán más adelante.

### **4.3 Metodología ágil utilizada**

En este proyecto se ha seguido la metodología ágil denominada SCRUM. SCRUM se define como “un proceso de gestión que reduce la complejidad en el desarrollo de productos para satisfacer las necesidades de los clientes” (J.Francia, 2017).

En este proyecto en particular se ha particularizado esta metodología realizando Sprints y Sprints Review, los cuáles se detallan a continuación.

Sprint: Etapa semanal en la que se desarrollan los objetivos establecidos para el mismo.

Sprint Review: Reunión en la que se realizaba una revisión de lo realizado, una retrospectiva del sprint y se planificaba el siguiente.

Gracias a la utilización de las metodologías ágiles es posible obtener grandes beneficios como indica la empresa Bravent (2019):

- Satisfacción del cliente a través de la entrega temprana y continua de software de valor.
- Proximidad del cliente y constante iteración con él. Este es parte del equipo y está presente en la toma de decisiones. Alineamiento entre el cliente y el equipo de desarrollo.
- Gestión regular de las expectativas del cliente y basada en resultados tangibles.
- Resultados anticipados (time to market).
- Flexibilidad y adaptación respecto a las necesidades del cliente, cambios en el mercado, etc.
- Gestión sistemática del Retorno de Inversión (ROI).
- Capacidad para abordar los requisitos cambiantes, incluso si llegan tarde al desarrollo. Los procesos ágiles se dobligan al cambio como ventaja competitiva para el cliente. Permite la mejora continua.
- Equipo implicado y motivado ya que pueden usar su creatividad para resolver problemas y pueden decidir organizar su trabajo. El equipo tiene libertad para la toma de decisiones.
- Auto-superación: de forma periódica se evalúa el producto que se está desarrollando.

- Priorización de requerimientos de acuerdo a su valor
- Se proporciona la mínima funcionalidad, de forma que solo se desarrolla lo necesario. Evita escribir código innecesario. Prevalece la simplicidad, lo que conlleva la eliminación del trabajo innecesario.
- Calidad del producto obtenido. El software que funciona es la principal medida del progreso.
- Continuas Pruebas durante todo el desarrollo, ya que se realizan testeos por cada iteración de no más de 1 mes de trabajo.
- Mejora la productividad y el control del tiempo requerido para realizar el proyecto.
- Permite dividir el trabajo en módulos minimizando los fallos y el coste.
- Si surge cualquier error, se sabe rápido, disminuyendo riesgos. Mitigación sistemática de los riesgos del proyecto mediante iteraciones fijas.
- Permite solucionar rápidamente los problemas que impiden que los equipos progresen.

## **4.4. Herramientas hardware**

En este apartado se describen los principales dispositivos hardware necesarios para el desarrollo del proyecto, a excepción del ordenador utilizado para realizar el proyecto, del cual se asume que es obligatorio, pero no exclusivo.

### **4.4.1. Xiaomi Mi Band 3**

Como se ha comentado anteriormente, es una de las pulseras más económicas del mercado y podría asumirse que tiene la mejor relación calidad/precio. Su diseño simple es un gran atractivo que hace que sea una de las pulseras más demandadas actualmente.

Se han definido anteriormente sus características, de las cuáles destacaremos las que más nos interesan que son:

- Monitorización del ritmo cardíaco.
- Medidor de pasos recorridos.
- Cálculo de distancia recorrida.
- Indicador de calorías quemadas.

Desde el punto de vista del desarrollador es posible que no sea la mejor opción, dado que se dispone de poca documentación además de una falta de SDK, que es el acrónimo de “Software



Development Kit” (Kit de desarrollo de software). Un grupo de herramientas que permiten la programación de aplicaciones móviles (AT, 2019).

Sin embargo, gracias a la comunidad de usuarios se han realizado numerosos avances gracias a la ingeniería inversa, dado que la comunicación se establece gracias al estándar BLE.

#### **4.4.2. BQ Aquaris X2**

Es un dispositivo lanzado en el año 2018 por la marca española BQ como predecesor del BQ Aquaris X.

Se ha contado con este terminal porque cumple los requisitos mínimos requeridos para poder probar y consumir la aplicación a desarrollar gracias a la versión de Android™ 8.1.0 Oreo™. Además, cabe destacar que se cuenta con una memoria RAM de 3 GB, el procesador Qualcomm® Snapdragon™636 8x Qualcomm® Kryo™ hasta 1.8 GHz, 14nm en la CPU y una GPU con Qualcomm® Adreno™ 509 hasta 430 MHz. También destacar 20 GB de memoria interna ampliable con tarjeta microSD y una pantalla de 5.65 " con una resolución FHD+ 1080 x 2160 - 428 ppi.



Ilustración 13: bq aquaris X2

Fuente: [Store.bq.com](https://store.bq.com)

## **4.5. Herramientas software**

A continuación, se realizará una descripción del propósito cada una de las herramientas software utilizadas y que han sido necesarias para la realización del proyecto.

### **4.5.1. Documentación**

En este apartado se define el software necesario tanto para crear la documentación como para guardarla y distribuirla.

- Microsoft Word 2016: Herramienta proporcionada por Office 365 a los alumnos de forma gratuita. Utilizado para redactar la memoria y adoptar a las guías de estilo marcadas por la universidad.
- Dropbox: Gestor de archivo en la nube. Utilizado para que el tutor pueda llevar un control y un seguimiento de la evolución del proyecto.

### **4.5.2. Planificación y cumplimiento de las etapas**

A continuación, se define el software necesario para poder realizar una planificación temporal del proyecto, definiendo etapas y marcas temporales y una estructuración de tareas.

- Microsoft Project 2016: Herramienta de planificación, gestión de recursos y medición de tiempo.
- Trello: Gestor de tareas a través de tableros kanban personalizables por el usuario. Utilizado para organizar las tareas en diferentes secciones y llevar un control de las mismas siguiendo la metodología ágil utilizada.

### **4.5.3. Diseño**

Una vez planificado el proyecto se necesitan una serie de herramientas para realizar mockups necesarios para poder aproximarnos a un diseño final de la parte visual del proyecto. Además, es necesario realizar los diagramas de casos de uso. Por lo tanto, se ha optado por:

- JustinMind Prototyper: Herramienta que nos permite realizar mockups de una manera bastante cercana a la realidad para poder establecer decisiones gráficas y diseños finales, además de poder establecer interacciones entre pantallas y elementos en pantalla.
- Lucidchart: Software que permite crear todo tipo de diagramas de forma online y gratuita.

#### **4.5.4. Desarrollo**

En este apartado se comenta el software utilizado para la realización del backend y del fronted dentro del proyecto:

- Visual Studio Code: editor de código fuente creado por Microsoft. Es gratuito, de código abierto, pero bajo licencia propietaria. Se ha utilizado para programar la mayoría del proyecto, además de compilar y debuggear.
- GitHub: plataforma de control de versiones Git. En ella se ha ido subiendo el código realizado y, a la vez, ha servido para que el tutor lleve un control de las funcionalidades que se iban desarrollando.

## 5. Estudio de viabilidad

En este punto del proyecto se va a presentar una planificación temporal del proyecto, la planificación de los recursos y requisitos, además de una planificación de riesgos.

### 5.1 Planificación temporal

Para poder realizar un proyecto es necesario realizar una buena planificación temporal en la que es necesario establecer fecha o fechas de entrega al cliente, estimación tanto de horas como de recursos. Cada hito realizado es bastante cercano a las fases de la ingeniería software y a grandes rasgos, son los siguientes:

Hito 0. Análisis: En este primer hito se realiza una primera toma de contacto con los temas relacionados con el proyecto como el sedentarismo y la tecnología en el deporte y con las smartbands con las que se va a trabajar.

Hito 1. Especificación: En este hito se realiza los estudios y la documentación tanto del estado del arte como de las herramientas a utilizar. Además, se especifican los requisitos, los riesgos y se documentan los casos de uso y los diagramas.

Hito 2. Fase de desarrollo: Hito más largo y complicado en el que se realiza la BBDD, unos prototipos completando funcionalidades y el fron-end de la aplicación.

Hito 3. Fase de pruebas: Último hito en el cual se realizan las pruebas de integración y satisfacción además de finalizar y revisar la memoria.

Se ha utilizado Microsost Project para planificar este apartado y poder visualizarlo de mejor manera utilizando un diagrama Grantt:

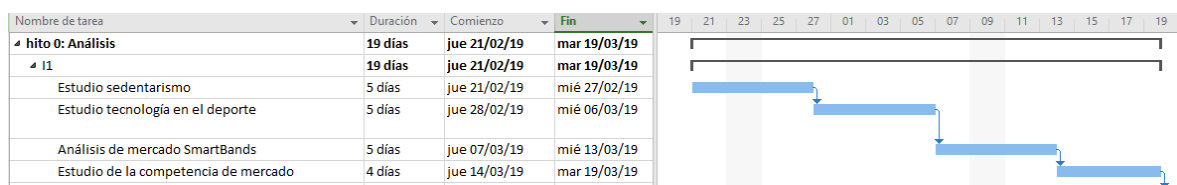


Ilustración 14: Diagrama de Grannt Hito 0

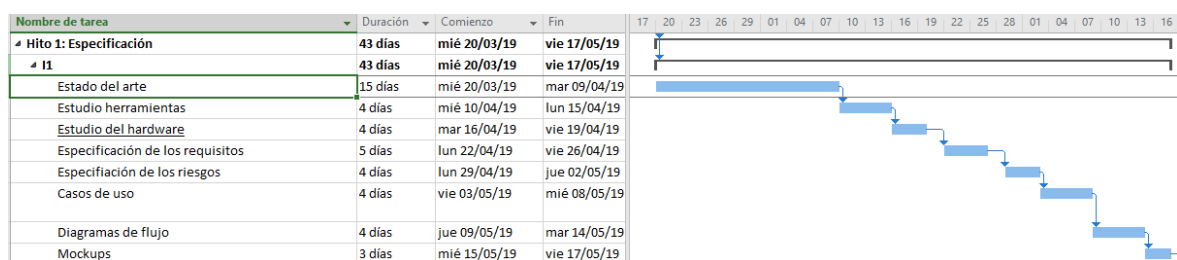


Ilustración 15: Diagrama de Grannt Hito 1

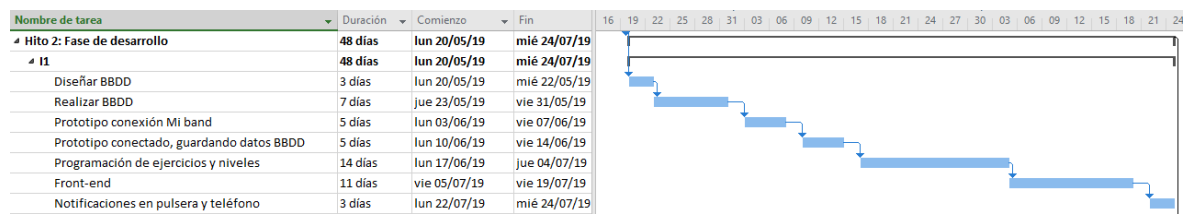


Ilustración 16: Diagrama de Grannt Hito 2

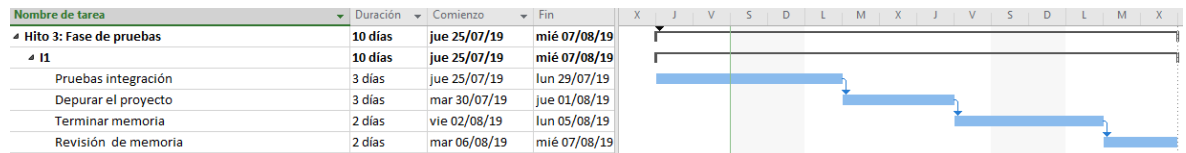


Ilustración 17: Diagrama de Grannt Hito 3

## 5.2 Gestión de riesgos

Es de suma importancia realizar una buena prevención de los riesgos y contratiempos que se puedan ocasionar durante la realización del proyecto. Para ello se documentan y se establecen pautas para poder solventarlos. A cada riesgo se le va a identificar de la siguiente manera:

- Identificador: código de identificación.
- Nombre: palabra o conjunto de palabras breves y descriptivas.
- Probabilidad: posibilidad de que ocurra dicho riesgo.
- Consecuencia: nivel de importancia de que ocurra el riesgo.
- Estrategia: pautas a seguir para resolver el riesgo.

Identificador

R1

Nombre	No disponer de la smartband elegida.
Tipo	Tecnología.
Probabilidad	Media.
Efectos	Serio.

Estrategia	Obtener presupuesto.
------------	----------------------

Identificador	R2
Nombre	Rotura del equipo.
Tipo	Tecnología.
Probabilidad	Baja.
Efectos	Serio.
Estrategia	Conseguir un equipo nuevo.

Identificador	R3
Nombre	Conocimientos innecesarios.
Tipo	Persona.
Probabilidad	Media.
Efectos	Seria.
Estrategia	Buscar información sobre los temas relacionados.

Identificador	R4
Nombre	Acumulación de tareas.
Tipo	Organizacional.
Probabilidad	Media.
Efectos	Serio.
Estrategia	Realizar una buena planificación con tiempos holgados de las tareas para poder resolver incidencias.

Identificador	R6
Nombre	Licencias de herramientas.
Tipo	Herramientas.
Probabilidad	Media.
Efectos	Tolerable.

Estrategia	Utilizar herramientas gratuitas o con convenio con la universidad.
------------	--

Identificador R7

Nombre	Bugs imprevistos.
Tipo	Herramientas.
Probabilidad	Alta.
Efectos	Tolerable.
Estrategia	Seguir la metodología ágil trabajada integrando diferentes test en cada iteración para poder resolver todos los bugs con antelación.

Identificador R8

Nombre	Nueva funcionalidad.
Tipo	Requerimientos.
Probabilidad	Media.
Efectos	Serio.
Estrategia	Organizar los tiempos de tarea con un margen para imprevistos.

Identificador R9

Nombre	Modificación de campos en la base de datos.
Tipo	Requerimientos.
Probabilidad	Baja.
Efectos	Tolerable.
Estrategia	Organizar los tiempos de tarea con un margen para imprevistos.

Identificador R10

Nombre	Perdida de trabajo.
Tipo	Herramientas.
Probabilidad	Baja.

Efectos	Catastrófico.
Estrategia	Trabajar siempre con copias de seguridad en la nube.

Identificador R11

Nombre	Modificaciones en Front-end.
Tipo	Requerimientos.
Probabilidad	Baja.
Efectos	Serio.
Estrategia	Calcular los tiempos de tarea con una cantidad suficiente para realizar modificaciones o solventar imprevistos.

Identificador R12

Nombre	Infraestimar el tiempo de desarrollo.
Tipo	Estimación.
Probabilidad	Media.
Efectos	Serio.
Estrategia	Organizar las tareas con un margen de tiempo para imprevistos.

Identificador R13

Nombre	Falta de realización de alguna parte del proyecto.
Tipo	Estimación.
Probabilidad	Media.
Efectos	Catastrófico.
Estrategia	Seguir la planificación con rectitud.



## 6. Especificación de requisitos

En esta etapa del proyecto se van a definir los objetivos del sistema para a partir de ahí, obtener los casos de uso y con todo ello obtener los requisitos del proyecto.

### 6.1 Objetivos del sistema

Para poder comenzar a establecer los requisitos se deben de establecer los objetivos que tiene el sistema. Para ello se ha creado una tabla en la que se explica cada objetivo con los siguientes datos para cada objetivo: Identificador, nombre, descripción, prioridad.

<b>Identificador</b>	<b>O1</b>
<b>Nombre</b>	Gestión de usuarios.
<b>Descripción</b>	El sistema debe de ser capaz de poder registrar y loguear usuarios.
<b>Prioridad</b>	Alta.

<b>Identificador</b>	<b>O2</b>
<b>Nombre</b>	Registrar la actividad física del usuario.
<b>Descripción</b>	El sistema debe de ser capaz de poder monitorizar la actividad física del usuario.
<b>Prioridad</b>	Alta.

<b>Identificador</b>	<b>O3</b>
<b>Nombre</b>	Envío de notificaciones.
<b>Descripción</b>	El sistema debe de ser capaz de poder enviar notificaciones tanto a la smartband como al Smartphone.
<b>Prioridad</b>	Alta.

<b>Identificador</b>	<b>O4</b>
<b>Nombre</b>	Guardado de información en BBDD.
<b>Descripción</b>	El sistema debe de ser capaz de guardar la información del usuario en una BBDD para que pueda ser consultada por el usuario en cualquier momento.

Prioridad	Alta.
-----------	-------

## 6.2. Casos de uso

Los diagramas de casos de uso muestran el comportamiento del sistema con un agente externo. Permite visualizar los límites del sistema y su relación con el entorno. Para poder realizar los casos de uso se debe de identificar los agentes externos, que en este caso solo existe uno que es: Deportista.

### Deportista

Este actor es el único existente y es el que va a utilizar la aplicación en su totalidad. La finalidad es que pueda tanto realizar una monitorización de una actividad deportiva y se quede guardado en su perfil o comience el reto de ponerse en forma.

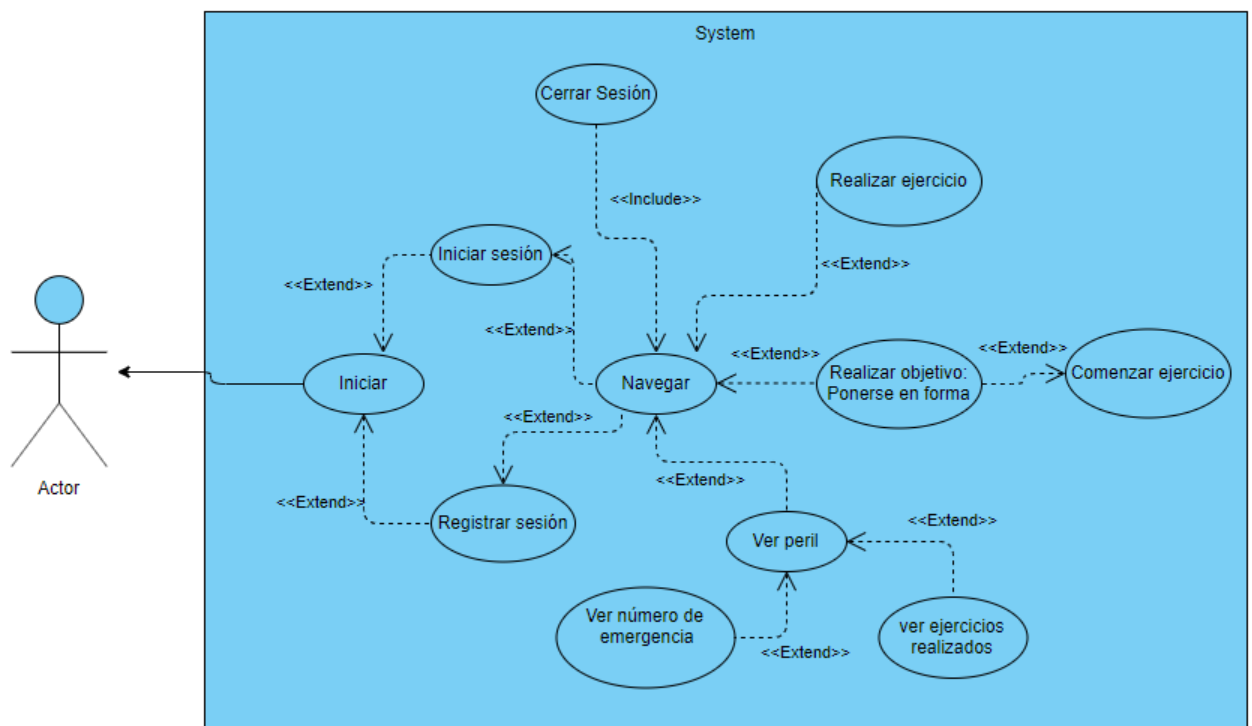


Ilustración 18: Diagrama de casos de uso

Se va a clasificar cada caso de uso, de una manera similar a los objetivos, con los siguientes datos: Identificador, nombre, descripción, flujo básico, flujos alternos, pre-condiciones, post-condiciones.

<b>Identificador</b>	<b>CU-01</b>
<b>Nombre</b>	Iniciar.
<b>Descripción</b>	El usuario inicia la aplicación y ve que se le muestra la página inicial con la posibilidad de hacer login o registrarse.
<b>Pre-condición</b>	-
<b>Flujos básicos</b>	Se carga la pantalla inicial.
<b>Flujos alternos</b>	-
<b>Post-condición</b>	Al abrirse, se muestra la pantalla de login.

<b>Identificador</b>	<b>CU-02</b>
<b>Nombre</b>	Iniciar sesión.
<b>Descripción</b>	Permite al usuario iniciar sesión introduciendo su login y su password.
<b>Pre-condición</b>	El usuario inicia la aplicación.
<b>Flujos básicos</b>	Se carga la pantalla inicial.
<b>Flujos alternos</b>	-
<b>Post-condición</b>	1: Login correcto Muestra la pantalla de inicio con 2 opciones: Realizar ejercicio o camino al éxito. 2: Login incorrecto Muestra la misma pantalla indicando el error sucedido.

<b>Identificador</b>	<b>CU-03</b>
<b>Nombre</b>	Registrarse.
<b>Descripción</b>	Permite al usuario registrarse en la aplicación.
<b>Pre-condición</b>	El usuario inicia la aplicación.
<b>Flujos básicos</b>	Se carga la pantalla inicial.
<b>Flujos alternos</b>	-
<b>Post-condición</b>	1: Registro correcto Se avisa al usuario que se ha realizado el registro con éxito y se redirige al usuario a la pantalla de login.

	2: Registro incorrecto Se muestra la misma pantalla indicando los errores sucedidos.
--	---

**Identificador CU-04**

<b>Nombre</b>	Navegar.
<b>Descripción</b>	Permite al usuario acceder a todas las funcionalidades de la aplicación.
<b>Pre-condición</b>	El usuario se loguea en la aplicación.
<b>Flujos básicos</b>	El usuario se loguea en la aplicación.
<b>Flujos alternos</b>	-
<b>Post-condición</b>	Acciona la funcionalidad elegida.

**Identificador CU-05**

<b>Nombre</b>	Cerrar sesión.
<b>Descripción</b>	Permite al usuario cerrar sesión en la aplicación.
<b>Pre-condición</b>	•
<b>Flujos básicos</b>	Accionar la opción cerrar sesión.
<b>Flujos alternos</b>	-
<b>Post-condición</b>	Cierra sesión y se redirige a la pantalla inicial de la aplicación.

**Identificador CU-06**

<b>Nombre</b>	Ver perfil.
<b>Descripción</b>	Permite al usuario ver su perfil y toda la información del mismo.
<b>Pre-condición</b>	•
<b>Flujos básicos</b>	Accionar la opción perfil.
<b>Flujos alternos</b>	-
<b>Post-condición</b>	Se muestra la pantalla de perfil de usuario.

**Identificador CU-07**

<b>Nombre</b>	Ver números de emergencia.
---------------	----------------------------

<b>Descripción</b>	Permite al usuario ver y modificar los números de emergencia a los cuáles se les enviará un SMS si existe una emergencia en el usuario.
<b>Pre-condición</b>	Haber entrado al perfil.
<b>Flujos básicos</b>	Entrar al perfil y acceder al listado de números.
<b>Flujos alternos</b>	-
<b>Post-condición</b>	Cierra sesión y se redirige a la pantalla inicial de la aplicación.

**Identificador CU-08**

<b>Nombre</b>	Ver listado de ejercicios.
<b>Descripción</b>	Permite al usuario acceder a un histórico de los ejercicios realizados con las características correspondientes.
<b>Pre-condición</b>	•
<b>Flujos básicos</b>	Accionar la opción cerrar sesión.
<b>Flujos alternos</b>	-
<b>Post-condición</b>	Cierra sesión y se redirige a la pantalla inicial de la aplicación.

**Identificador CU-09**

<b>Nombre</b>	Realizar ejercicio.
<b>Descripción</b>	Permite al usuario acceder a la pantalla de inicio de ejercicio en la que se le indicará que va a ser monitorizado y qué datos se van a obtener.
<b>Pre-condición</b>	Haber hecho login en la aplicación.
<b>Flujos básicos</b>	Accionar la opción "Realizar ejercicio".
<b>Flujos alternos</b>	-
<b>Post-condición</b>	Se inicia la actividad deportiva monitorizada.

**Identificador CU-10**

<b>Nombre</b>	Iniciar ejercicio
<b>Descripción</b>	Permite al usuario realizar ejercicio mientras es monitorizado gracias a la pulsera, obteniendo diferentes datos como distancia recorrida o frecuencia cardíaca media
<b>Pre-condición</b>	Haber hecho login en la aplicación y haber accionado la opción "Realizar ejercicio".

<b>Flujos básicos</b>	Darle al botón “iniciar”.
<b>Flujos alternos</b>	-
<b>Post-condición</b>	Se inicia la actividad deportiva monitorizada.

**Identificador**                      **CU-11**

<b>Nombre</b>	Camino al éxito.
<b>Descripción</b>	Permite al usuario continuar el camino al éxito que consiste en una serie de niveles y ejercicios que se deben hacer y ayudarán al usuario a ponerse en forma.
<b>Pre-condición</b>	Haber hecho login en la aplicación.
<b>Flujos básicos</b>	Accionar la opción “Camino al éxito”.
<b>Flujos alternos</b>	-
<b>Post-condición</b>	Muestra la descripción del ejercicio.

**Identificador**                      **CU-12**

<b>Nombre</b>	Comenzar ejercicio.
<b>Descripción</b>	Permite al usuario comenzar el ejercicio correspondiente a su nivel en el camino al éxito.
<b>Pre-condición</b>	Accionar la opción “Camino al éxito”.
<b>Flujos básicos</b>	Accionar la opción “Camino al éxito” y seleccionar el ejercicio correspondiente a su nivel.
<b>Flujos alternos</b>	-
<b>Post-condición</b>	Permite realizar el ejercicio correspondiente siendo este monitorizado. Al terminar, se notificará al usuario si ha cumplido el objetivo marcado.

## 7 APLICACIÓN MÓVIL

En este apartado se detallarán los diferentes pasos y el proceso de creación de la app móvil, exponiendo código, capturas de la misma y acceso a un video para poder ver la funcionalidad completa.

### 7.1 Funciones

En primera estancia, en el desarrollo de app se realizó una lluvia de ideas en la que se establecieron las diferentes funcionalidades mínimas que se debería brindar al usuario. Las funcionalidades que se decidieron son:

- Gestión de usuarios: La aplicación debería de poder registrar y loguear usuarios guardando y mostrando su información almacenada.
- Gestión de dispositivos bluetooth: La aplicación debería de poder conectar con pulseras de actividad, en este caso Xiaomi Mi Band y poder realizar llamadas a la misma accediendo a su información y almacenándola.
- Base de datos: La aplicación debería de almacenar todos los datos en una base de datos y con ellos obtener persistencia.
- Histórico de ejercicios: La aplicación debería de poder almacenar un histórico de todos los ejercicios realizados del usuario de más reciente a más antiguo.
- Camino al éxito: En los primeros momentos estaba sin definir la funcionalidad, pero se sabía sus objetivos. Esta tendría que contener varios ejercicios de diferente índole, pero con ventajas al usuario, cada uno con definición y tiempo de realización. Además, debería de haber un sistema de niveles en la misma para que el usuario vaya evolucionando con el uso de la aplicación.

Posterior a estas funcionalidades iniciales se terminó de perfilar las funcionalidades añadiendo la funcionalidad del perfil, el cual es modificable posteriormente al registro si el usuario lo desea. También se introdujo un botón de cierre de sesión, para que sea posible cambiar entre usuarios si

así se desea. Por último, se definió por completo la funcionalidad que pasó a llamarse en ese momento “Camino al éxito”. Dicha funcionalidad contiene:

- **Desafíos:** Cada uno consiste en una serie de ejercicios diferenciando cada uno por estas 4 categorías: “Dominante de cadera”, “Dominante de rodilla”, “Abdominales” y “Brazos”. Además de ello, existe una prueba final en la que habrá que realizar un ejercicio de carrera continua y en la que habrá que cumplir unos objetivos marcados. Si no se supera no se podrá completar el desafío.
- **Niveles de dificultad:** Existirán 3 niveles diferentes de dificultad, cada uno elevará el número de ejercicios, el tiempo de realización y el número de repeticiones del anterior. Estos niveles serán: “Bronce”, “Plata” y “Oro”. El nivel bronce tendrá 8 desafíos, el nivel plata 10 y el nivel oro 15 dando lugar a 33 desafíos totalmente diferentes.
- **Conforme el usuario avance en cada uno, se guardará su progreso en el histórico de ejercicios realizados y se anotará como “completado” aquel desafío que se complete en su totalidad.**

## **7.2 Pantallas**

Definidas las funcionalidades que tendrá la aplicación móvil, se pasó a organizar las diferentes pantallas que tendría la app. Se ha utilizado el azul como color principal y el blanco es el secundario porque proporcionan sensación de claridad en la aplicación y la hace atractiva a la vista. Las pantallas que se decidieron fueron las siguientes:

### **LOGIN**

Pantalla inicial de la aplicación en la que se debe de hacer login o acceder al registro.



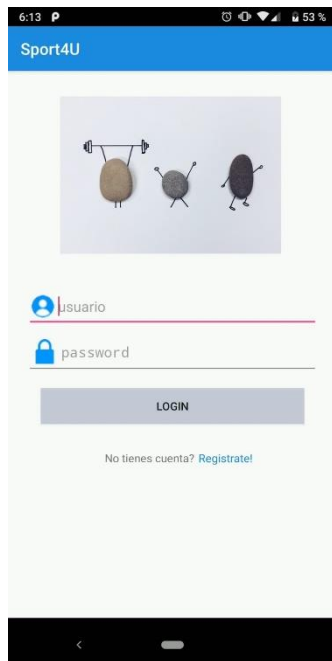


Ilustración 19: Imagen del login

Si existe algún error aparece un mensaje en pantalla indicando “ERROR”. Se controla que todos los campos estén rellenos y que sean correctos con la información recogida en la BD.

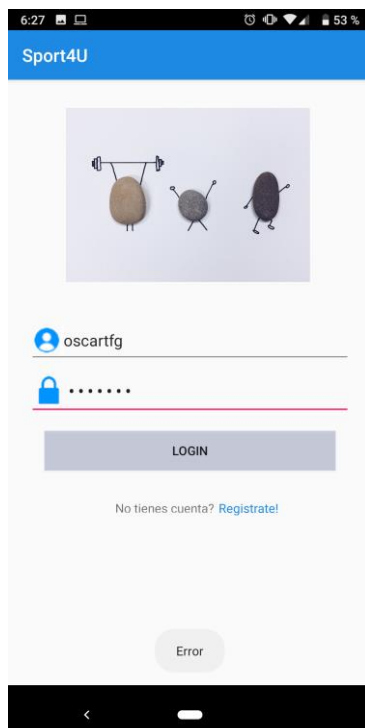
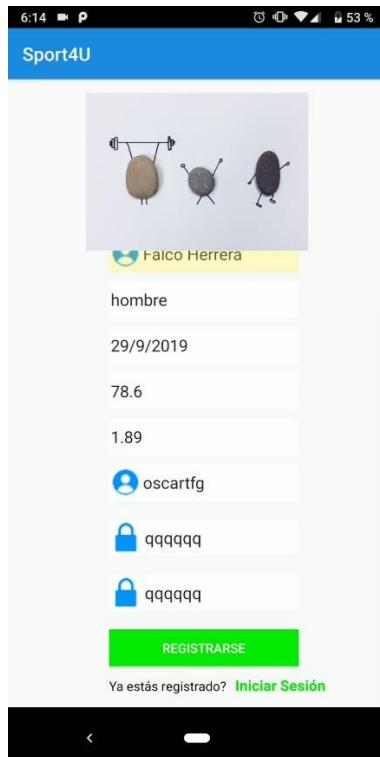



Ilustración 20: Imagen del login error

## REGISTRO

Pantalla en la cual el usuario puede introducir sus datos y registrarse en la aplicación. Los datos que se pueden introducir se pueden ver a continuación:



Sport4U



Faico Herrera

hombre

29/9/2019

78.6

1.89

oscartfg

qqqqqq

qqqqqq

REGISTRARSE

Ya estás registrado? [Iniciar Sesión](#)

Ilustración 21: Imagen del registro

Si existe algún error aparece un mensaje en pantalla indicando que tipo de error es. Se controla que todos los campos estén rellenos, que sean correctos y que el nombre de usuario no esté repetido.

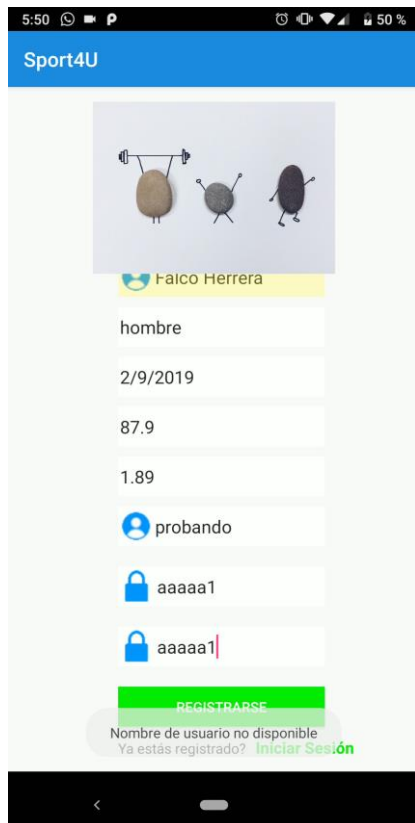


Ilustración 22: Imagen del registro erróneo

## ESCANER DE DISPOSITIVOS

Si al hacer login en la app no se encuentra ningún dispositivo conectado, aparecerá el siguiente mensaje en la pantalla y se redirige a la pantalla de escaneo de dispositivos.

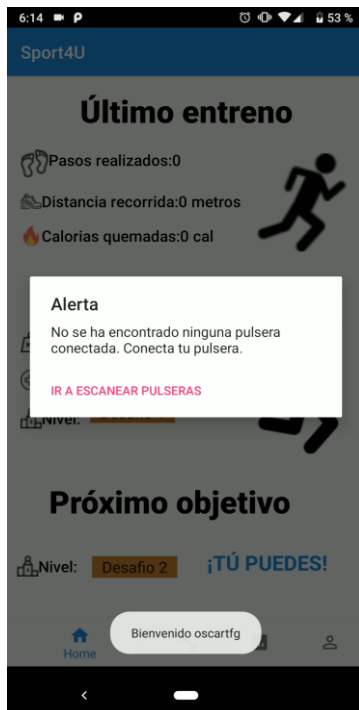


Ilustración 23: Alerta no encontrada pulsera

En esta pantalla se puede acceder a una lista de dispositivos Bluetooth disponibles para conectarse, seleccionar el deseado y conectarse a él.

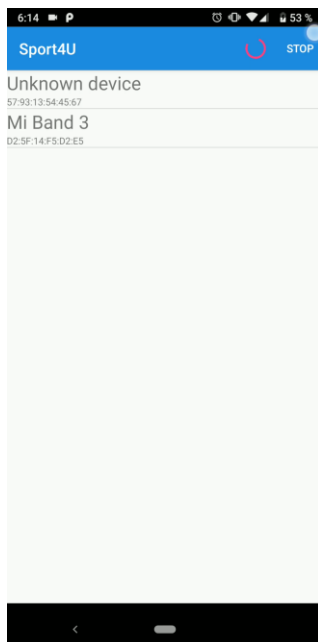


Ilustración 24: Lista de dispositivos

## PRUEBA DEL DISPOSITIVO

Pantalla a través de la cual el usuario puede conectarse al dispositivo deseado y puede realizar una prueba con el dispositivo deseado. Puede calcular los pasos realizados, la distancia recorrida y las calorías quemadas.

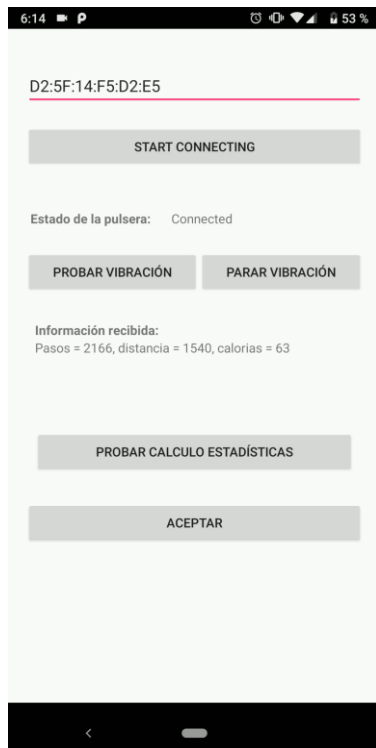


Ilustración 25: Prueba de dispositivos

## HOME

La pantalla principal de la aplicación hizo surgir un dilema, dado que debía de ser atractiva al usuario, pero sin saturarlo. Para ello se decidió por el diseño que se puede ver a continuación. Se deberá mostrar la información del último ejercicio realizado, el estado actual del usuario y los próximos objetivos a cumplir.

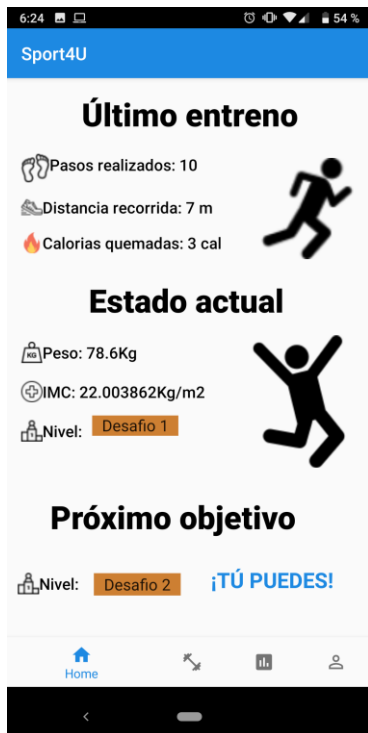


Ilustración 26: Pantalla home

## CAMINO AL ÉXITO

Pantalla en la que se mostrará la lista de desafíos existentes y se podrá acceder a los mismos clicando en cualquiera de ellos. Se muestra tal y como se puede ver en la imagen, el estado del desafío, el cual puede ser “¡COMPLETADO!” que no necesita explicación o “¡A POR ÉL!” que es cuando no se ha completado aún.

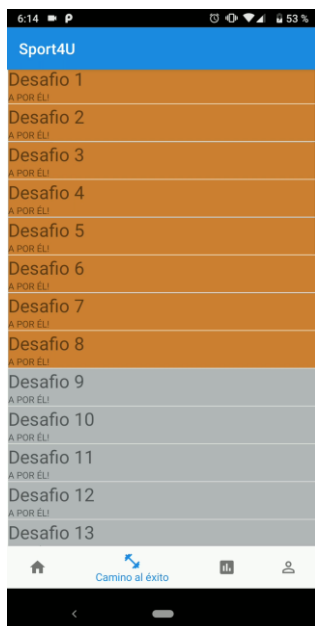


Ilustración 27: Camino al éxito

## DESAFIO

Pantalla con la información detallada del desafío seleccionado. En ella se mostrará el ejercicio correspondiente mostrando su descripción, el tiempo de realización y las repeticiones.

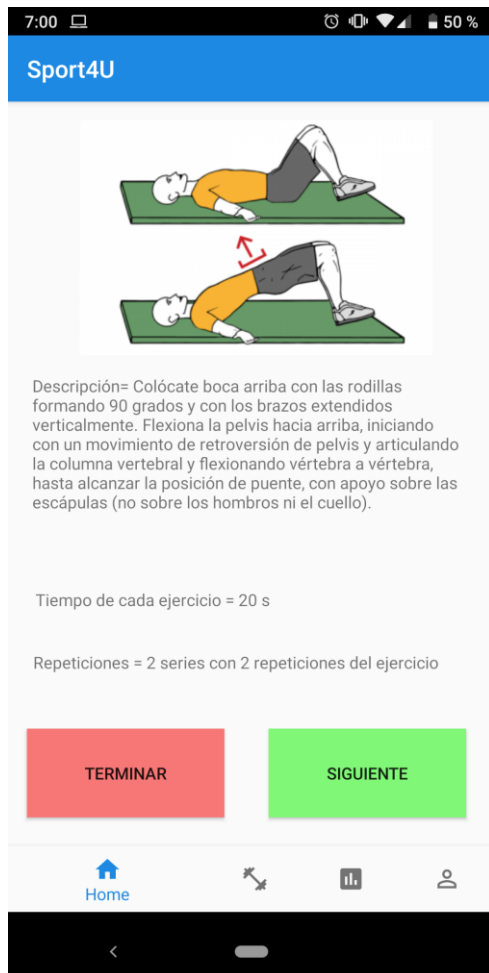


Ilustración 28: Desafío

Además de ello, se mostrará al finalizar los ejercicios, el objetivo de carrera continua y un contador con el tiempo restante.

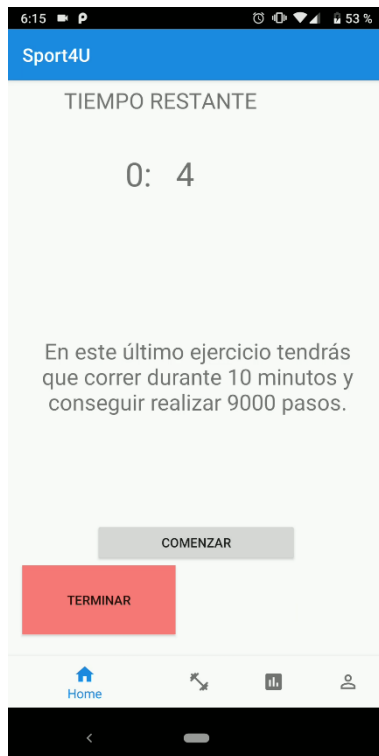


Ilustración 29: Desafío carrera continua

Al finalizar se mostrará un mensaje al usuario si ha conseguido superar o no el desafío.

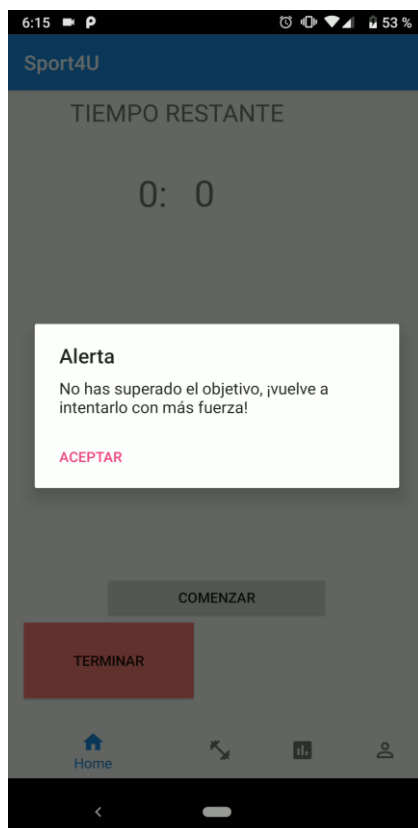
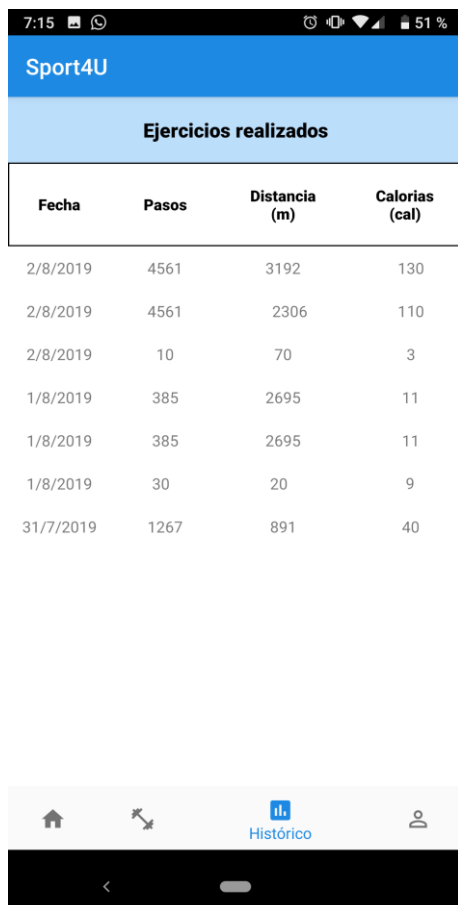


Ilustración 30: Desafío mensaje usuario



## HISTÓRICO

Pantalla en la cual aparecerá una tabla con los diferentes ejercicios realizados por el usuario en la aplicación. Se puede acceder a la fecha del ejercicio, los pasos realizados, la distancia recorrida, la cual se calcula con el número de pasos y la distancia de la zancada. Además de todo eso también obtenemos las calorías quemadas en el ejercicio.



Fecha	Pasos	Distancia (m)	Calorias (cal)
2/8/2019	4561	3192	130
2/8/2019	4561	2306	110
2/8/2019	10	70	3
1/8/2019	385	2695	11
1/8/2019	385	2695	11
1/8/2019	30	20	9
31/7/2019	1267	891	40

Ilustración 31: Histórico

## PERFIL

Pantalla en la que se mostrará toda la información del usuario y se podrá cerrar sesión y actualizar esta información.



Ilustración 32: Perfil

Si se pulsa el botón de actualizar perfil se accederá a esta pantalla en la cual es posible modificar cualquier información del usuario y guardarla en BD.

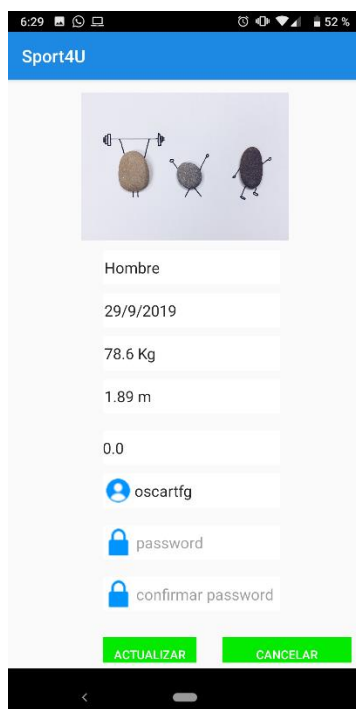


Ilustración 33: Actualizar perfil

## 7.3 Implementación

En este apartado se detallará los detalles de la implementación de las diferentes funcionalidades de la aplicación, además de las diferentes pantallas de esta.

### Base de datos

Para este proyecto se ha elegido trabajar con una base de datos sqlite ya que es proporcionada por Java gracias a su clase SQLiteOpenHelper. De este modo se crea un archivo .db tan solo accesible desde la aplicación donde se albergará la Database.

La base de datos consta de 3 tablas para almacenar todos los datos de la aplicación. Las tablas son las siguientes:

- Usuarios: Tabla en la que se albergan los siguientes datos: Id (clave primaria), username, password, nombre, apellidos, fecha de nacimiento, sexo (hombre o mujer), nivel, peso, altura, pasos totales realizados por el usuario, calorías totales quemadas por el usuario, distancia total recorrida por el usuario y zancada.
- Histórico: Tabla en la que se albergan todos los ejercicios realizados por todos los usuarios de la aplicación y en la cual se albergan los siguientes datos: Id (clave primaria), id del usuario, pasos realizados, distancia recorrida, calorías quemadas.
- Imágenes: Tabla que alberga las imágenes con los diferentes ejercicios y su descripción.

Para poder trabajar con la base de datos se han creado algunos métodos de los cuáles se pueden destacar los siguientes:

**GetUser (String username):** Métodos por el cual se puede obtener un usuario con su nombre de usuario.

**AddUser (String user, String password, String nombre, String apellidos, String fecha, int sexo, float peso, float altura) :** Método por el cual se pueden añadir usuarios a la base de datos.

**addEjercicio (Integer user, String username, String fecha, int pasos, int recorrido, int calorías):** Método utilizado para añadir ejercicios al histórico.

**Cursor historicoEjercicios (String user):** Método que devuelve un cursor con todos los ejercicios realizados por el usuario.

## Login y registro

El login y el registro en este caso se han unido dado que son 2 funcionalidades que dependen una de otra y no son de gran complejidad.

Se comenzará detallando que para poder acceder a las diferentes partes de la vista se debe crear variables en la clase java que represente la actividad:

```
public class LoginActivity extends AppCompatActivity {  
  
    EditText usernameEditText;  
    EditText passwordEditText;  
    EditText confirmPassword;  
    Button loginButton;  
    ProgressBar loadingProgressBar;  
    TextView registro;  
    DatabaseHelper db;  
}
```

Ilustración 34: variables LoginActivity

Después de esto se debe de inicializar estas variables referenciando los widgets de la pantalla correspondiente. Para ello se identifican por su id:

```
public void onCreate(Bundle savedInstanceState) {  
    super.onCreate(savedInstanceState);  
    db = new DatabaseHelper( context: this);  
    setContentView(R.layout.activity_login);  
    usernameEditText = (EditText) findViewById(R.id.username);  
    passwordEditText = (EditText) findViewById(R.id.password);  
    confirmPassword = (EditText) findViewById(R.id.edittext_cnf_password);  
    loginButton = (Button) findViewById(R.id.login);  
    loadingProgressBar = (ProgressBar) findViewById(R.id.loading);  
    registro = (TextView) findViewById(R.id.registro);  
}
```

Ilustración 35: onCreate LoginActivity

Posteriormente se crearan los eventos correspondientes a cada elemento:

```
loginButton.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {  
    @Override  
    public void onClick(View v) {  
        loadingProgressBar.setVisibility(View.VISIBLE);  
        String user = usernameEditText.getText().toString().trim();  
        String password = passwordEditText.getText().toString().trim();  
  
        if(!user.isEmpty() && !password.isEmpty())  
        {  
            boolean logged = db.checkUser(user,password);  
  
            if(logged)  
            {  
                Intent home = new Intent( packageContext: LoginActivity.this, HomeActivity.class);  
                home.putExtra( name: "username",user);  
                Toast.makeText( context: LoginActivity.this, text: "Bienvenido " + user,Toast.LENGTH_SHORT).show();  
                startActivity(home);  
            }  
            else  
            {  
                Toast.makeText( context: LoginActivity.this, text: "Error",Toast.LENGTH_SHORT).show();  
            }  
        }  
    }  
});
```

Ilustración 36: logging

Como se puede observar se ha utilizado el método `checkUser` para ver que exista el usuario correspondiente en la BD y para poder mostrar mensajes por pantalla se ha utilizado la clase `Toast`.

De la misma forma hay que destacar la utilización de un `DatePicker` para la introducción de la fecha en el registro. Se ha de introducir dentro del evento `onclick` del apartado de la fecha de la página:

```
fechaEditText.setOnClickListener((v) -> {  
    final Calendar cldr = Calendar.getInstance();  
    int day = cldr.get(Calendar.DAY_OF_MONTH);  
    int month = cldr.get(Calendar.MONTH);  
    int year = cldr.get(Calendar.YEAR);  
    // date picker dialog  
  
    picker = new DatePickerDialog(context, RegistryActivity.this, R.style.Theme_AppCompat_Light_DialogWhenLarge,  
        (view, year, monthOfYear, dayOfMonth) -> {  
            fechaEditText.setText(dayOfMonth + "/" + (monthOfYear + 1) + "/" + year);  
        }, year, month, day);  
    picker.show();  
});
```

Ilustración 37: fechaRegistro

## ESCANER DE DISPOSITIVOS Y CONEXIÓN BLE CON DISPOSITIVO BLUETHOOT

El escaneo y la conexión con los dispositivos bluetooth fue aportada gracias a un ejemplo ya existente del usuario de GitHub aashari (2019, Aashari). A través de ese ejemplo principal, mejoré sus funcionalidades accediendo a más información que la que se proporcionaba en un principio leyendo los bytes recibidos de la pulsera. Para ello utilicé información encontrada en un comentario de Reddit del usuario fcanducci de la siguiente manera:

```
@Override  
public void onCharacteristicRead(BluetoothGatt gatt, BluetoothGattCharacteristic characteristic, int status) {  
    super.onCharacteristicRead(gatt, characteristic, status);  
    Log.v(tag, "test", "msg: \"onCharacteristicRead\");  
    byte[] data = characteristic.getValue();  
  
    txtByte.setText(Arrays.toString(data));  
    int steps = 0xff & data[1] | (0xff & data[2]) << 8;  
    pasos= (short) steps;  
    int distancia = (((data[5] & 255) | ((data[6] & 255) << 8)) | (data[7] & 16711680)) | ((data[8] & 255) << 24));  
    distancia= (short) distancia;  
    int calorie = (((data[9] & 255) | ((data[10] & 255) << 8)) | (data[11] & 16711680)) | ((data[12] & 255) << 24));  
    calorías = (short) calorie;  
  
    txtByte.setText("Pasos = " + Short.toString(pasos) + ", distancia = " + Short.toString(distancia) + ", calorías = " +  
        Short.toString(calorías));  
    // Intent login = new Intent(MainActivity.this, LoginActivity.class);
```

Ilustración 38: Leer característica

De esta forma obtenía los pasos la distancia y las calorías, pero aún no podía obtener la frecuencia cardíaca de forma correcta, para lo cual tuve que modificar también el método proporcionado y arreglando de esta forma:

```

@Override
public void onCharacteristicChanged(BluetoothGatt gatt, BluetoothGattCharacteristic characteristic) {
    super.onCharacteristicChanged(gatt, characteristic);
    Log.v( tag: "test", msg: "onCharacteristicChanged");
    byte[] data = characteristic.getValue();
    int heart = data[1] & 0xFF;
}

```

Ilustración 39: Cambio de característica para escuchar el ritmo cardíaco

Accediendo a los bytes correctos se puede obtener la información deseada.

## HOME

Para poder realizar esta pantalla la primera duda que surgió fue la de poder mantener información entre actividades para poder acceder a la información del dispositivo en cualquier momento mediante su nombre y su dirección física. Además, también se deseaba mantener el nombre de usuario para, de esa forma, poder acceder a toda su información en cualquier momento y actualizada.

Para ello utilizamos la funcionalidad `putExtra()` de la clase `Intent`:

```

btnAceptar.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
    @Override
    public void onClick(View v) {
        stateDisconnected();
        Intent home = new Intent( packageContext: MainActivity.this, HomeActivity.class);
        home.putExtra( name: "username", getIntent().getExtras().getString( key: "username"));
        home.putExtra( name: "nombreDispositivo", mDeviceName);
        home.putExtra( name: "direccionDispositivo", mDeviceAddress);
        startActivity(home);
    }
});

```

Ilustración 40: botón aceptar

De esta forma, será posible enviar información entre actividades.

También es destacable el cálculo del IMC, dato bastante curioso y de utilidad que se utiliza para clasificar el estado ponderal de la persona. Tan solo es utilizable en adultos y se calcula a partir de la fórmula:  $\text{peso(kg)}/\text{talla(m}^2\text{)}$ . (2019, SEEDO).

Gracias a la información guardada, se puede comprobar si se continúa conectado a la pulsera de actividad. En caso contrario, o si es el primer uso de la aplicación después de hacer login, aparecerá un mensaje en pantalla que te llevará a la pantalla de escaneo de dispositivos. Este mensaje lo se puede lanzar gracias a la clase `AlertDialog`. Se puede ver un ejemplo a continuación:

```

if(getIntent().getExtras().getString( key: "nombreDispositivo") == null || getIntent().getExtras().getString( key: "direccionDispositivo") == null) {
    AlertDialog alertDialog = new AlertDialog.Builder( context: HomeActivity.this).create();
    alertDialog.setTitle("Alerta");
    alertDialog.setMessage("No se ha encontrado ninguna pulsera conectada. Conecta tu pulsera.");
    alertDialog.setButton(AlertDialog.BUTTON_NEUTRAL, text: "Ir a escanear pulseras",
        new DialogInterface.OnClickListener() {
            public void onClick(DialogInterface dialog, int which) {
                dialog.dismiss();
                Intent ce = new Intent( packageContext: HomeActivity.this, DeviceScanActivity.class);
                ce.putExtra( name: "username", getIntent().getExtras().getString( key: "username"));
                startActivity(ce);
            }
        });
    alertDialog.show();
}

```

Ilustración 41: diálogos para mensajes de usuario

Desde esta pantalla, como de cualquier otra de la aplicación, se puede acceder a la barra de navegación inferior que nos da acceso a las diferentes pantallas de la app.



Ilustración 42: Barra de navegación

Dicha barra de navegación está implementada gracias a los siguientes eventos:

```

BottomNavigationView navigation = (BottomNavigationView) findViewById(R.id.nav_view);
navigation.setOnNavigationItemSelectedListener((item) -> {
    switch (item.getItemId()) {
        case R.id.navigation_home:
            /*Intent home = new Intent(HomeActivity.this, HomeActivity.class);
            startActivity(home);*/
            return true;
        case R.id.camino_al_exito:
            Intent ce = new Intent( packageContext: HomeActivity.this, CaminoAlExito.class);
            ce.putExtra( name: "username",getIntent().getExtras().getString( key: "username"));
            ce.putExtra( name: "nombreDispositivo",getIntent().getStringExtra( name: "nombreDispositivo"));
            ce.putExtra( name: "direccionDispositivo",getIntent().getStringExtra( name: "direccionDispositivo"));
            startActivity(ce);
            return true;
        case R.id.historico:
            Intent his = new Intent( packageContext: HomeActivity.this, HistoricoActivity.class);
            his.putExtra( name: "username",getIntent().getExtras().getString( key: "username"));
            his.putExtra( name: "nombreDispositivo",getIntent().getStringExtra( name: "nombreDispositivo"));
            his.putExtra( name: "direccionDispositivo",getIntent().getStringExtra( name: "direccionDispositivo"));
            startActivity(his);
            return true;
    }
});

```

Ilustración 43: Eventos barra navegación

Si clicamos en cualquiera de los elementos de la barra nos redirige a la pantalla deseada.

## Histórico

En la implementación de esta actividad el mayor problema fue el de cómo mostrar la información de la base de datos. Para ello, después de realizar el método definido anteriormente para obtener el histórico de un usuario, se creó la tabla que lo contendría. Dicha tabla se crea dinámicamente al crear la actividad accediéndolos datos obtenidos de la BD. Se puede ver un ejemplo en la siguiente imagen:

```
tabla = (TableLayout) findViewById(R.id.tabla);
Usuario user = db.getUser(getIntent().getExtras().getString( key: "username"));

Cursor cursor = db.historicoEjercicios(String.valueOf(user.getId()));

for(cursor.moveToFirst(); !cursor.isAfterLast(); cursor.moveToNext()){
    TableRow row = new TableRow( context: this);
    row.setLayoutParams(new TableLayout.LayoutParams( TableLayout.LayoutParams.MATCH_PARENT,TableLayout.LayoutParams.WRAP_CONTENT));
    String fechaDB = cursor.getString( columnIndex: 2);
    TextView fecha = new TextView( context: this);
    fecha.setText(fechaDB);
    fecha.setGravity(Gravity.CENTER);
    row.setBackgroundColor(0xD7D9DC);
    dpValue = (int) TypedValue.applyDimension(TypedValue.COMPLEX_UNIT_DIP,  value: 10, this.getResources().getDisplayMetrics());
    fecha.setPadding(dpValue,dpValue,dpValue,dpValue);
    fecha.setWidth(95);
    row.addView(fecha);
}
```

Ilustración 44: Crear histórico

Es posible ver como se crea una fila nueva de la tabla y vamos añadiendo TextView mediante el método `addView ()` a la fila. De esta forma creamos una fila por cada ejercicio obtenido en el cursor y se crea la tabla.

## Camino al Éxito

Una actividad que fue bastante complicada de realizar porque los conceptos que en un primer momento parecían no muy complicados se fueron complicando un poco, aunque se consiguió obtener el resultado deseado.

Para poder mostrar todos los desafíos se ha implementado una lista gracias a la clase `ListView`. Dentro de esa lista, se debía de poder trabajar individualmente con cada elemento de la misma. Se consiguió acceder a esa funcionalidad gracias a la nueva clase que se creó para este apartado especialmente llamada `ItemAdapter`.



```
private class ItemAdapter extends BaseAdapter {

    private Context context;
    private ArrayList<String> desafios;

    public ItemAdapter(Context context, ArrayList<String> desafios) {
        super();
        this.context = context;
        this.desafios= desafios;
    }

    @Override
    public int getCount() { return this.desafios.size(); }

    @Override
    public Object getItem(int position) { return this.desafios.get(position); }

    @Override
    public long getItemId(int position) { return position; }
}
```

Ilustración 45: Clase ItemAdapter

En el adapter introducimos el número de desafíos que se van a tener y en el método getView() que va a crear cada ítem de la lista gracias a una plantilla que se ha creado especialmente, se pinta cada desafío del color del nivel correspondiente:

```
// Set data into the view.
TextView nombre= (TextView) rowView.findViewById(R.id.nombre);
TextView estado= (TextView) rowView.findViewById(R.id.estado);

int posicion = Integer.parseInt(this.desafios.get(position));
int aux = posicion +1;

String nombreText = "Desafio " + aux;

nombre.setText(nombreText);

if(posicion <= 7)
{
    nombre.setBackgroundColor(Color.parseColor( colorString: "#CD7F32"));
    estado.setBackgroundColor(Color.parseColor( colorString: "#CD7F32"));
}
else if(posicion > 7 && posicion <= 17)
{
    nombre.setBackgroundColor(Color.parseColor( colorString: "#B2B6BA"));
    estado.setBackgroundColor(Color.parseColor( colorString: "#B2B6BA"));
}
else if(posicion > 17)
{
    nombre.setBackgroundColor(Color.parseColor( colorString: "#cc9900"));
    estado.setBackgroundColor(Color.parseColor( colorString: "#cc9900"));
}
```

Ilustración 46: Crear Adapter

Además de ello, la plantilla creada cuenta con 2 TextView en los cuáles se pondrá el nombre del desafío y el estado del mismo, si está completado o aún no. Para ello se ha basado en el nivel del usuario como se puede ver aquí en una captura del parte del código:

```
if(nivelUsuario <= 7)
{
    if(posicion <= 7)
    {
        if(posicion < nivelUsuario)
        {
            estado.setText("COMPLETADO!");
        }
        else
        {
            estado.setText("A POR ÉL!");
        }
    }
    else
    {
        estado.setText("A POR ÉL!");
    }
}
else if(nivelUsuario > 7 && nivelUsuario <=17)
{
    if(posicion > 7 && posicion <17)
    {
        if(posicion <= nivelUsuario)
        {
            estado.setText("COMPLETADO!");
        }
        else
        {
            estado.setText("A POR ÉL!");
        }
    }
    else
    {
        estado.setText("A POR ÉL!");
    }
}
```

Ilustración 47: rellenar camino al éxito

El resultado final lo se puede ver anteriormente en la definición de las pantallas.

## Desafíos

La actividad más complicada de realizar a mi parece tanto por cómo se iba a plantear, como por la implementación funcional. La parte gráfica se ha definido anteriormente con lo cual se pasará a detallar la parte de la implementación funcional.

Se trabaja todo sobre la misma pantalla, por lo que el número de elementos en ella es bastante alto dado que conforme va pasando el tiempo y la funcionalidad avanza, unos elementos aparecen y otros se van. Además de ello, se han creado 2 clases para que se pueda realizar esta funcionalidad sin problema.

```
@Override
protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
    super.onCreate(savedInstanceState);
    setContentView(R.layout.activity_desafio);
    db = new DatabaseHelper(context, this);
    cont = 0;
    pulsacionesObtenidas = new ArrayList<>();
    caloriasObtenidas = 0;
    imagen = (ImageView) findViewById(R.id.imageView5);
    descripcionText = (TextView) findViewById(R.id.descripcion);
    descripcionEjercicioText = (TextView) findViewById(R.id.descripcion_correr);
    contadorText = (TextView) findViewById(R.id.contador);
    tiempoText = (TextView) findViewById(R.id.tiempo);
    contadorMinText = (TextView) findViewById(R.id.contador2);
    repeticionesText = (TextView) findViewById(R.id.repeticiones);
    tiempoRestante = (TextView) findViewById(R.id.textView15);
    siguiente = (Button) findViewById(R.id.siguiente);
    anterior = (Button) findViewById(R.id.anterior);
    comenzar = (Button) findViewById(R.id.comenzar_ejercicio);
    pasosObtenidos = 0;
    pasosObtenidosAntes = 0;
    caloriasObtenidas = 0;

    user = db.getUser(getIntent().getStringExtra("username"));
}
```

Ilustración 48: variables DesafioActivity

En primer lugar se selecciona la imagen que se va a mostrar de forma aleatoria dentro de la categoría “Dominante de cadera”, dado que es la primera categoría que realizará el usuario. También se establece el tiempo de cada ejercicio y las repeticiones acorde al nivel del usuario:

```
if(user.getNivel() <= 7)
{
    tiempoEjercicio = "20 s";
    repeticiones = "2 series con 2 repeticiones del ejercicio";
}
else if(user.getNivel() <= 17)
{
    tiempoEjercicio = "30 s";
    repeticiones = "2 series con 4 repeticiones del ejercicio";
}
else
{
    tiempoEjercicio = "40 s";
    repeticiones = "3 series con 3 repeticiones del ejercicio";
}

tiempoText.setText("Tiempo de cada ejercicio = " + tiempoEjercicio);
repeticionesText.setText("Repeticiones = " + repeticiones);
```

Ilustración 49: Calcular tiempo y repeticiones de los desafíos

En este punto de la funcionalidad se puede ver en pantalla el primer ejercicio a realizar con toda su información además de los botones “siguientes” y “terminar”. El botón “anterior” nos devolverá a la pantalla de “Camino al éxito” y el botón “siguiente” nos permitirá visualizar el siguiente ejercicio a realizar, actualizando la información en pantalla con la información del nuevo ejercicio a realizar.

El número de ejercicios viene dado por el índice del elemento seleccionado, dando como resultado que, habiendo realizado todos los ejercicios del desafío, obtendremos en pantalla la información del ejercicio de carrera continua a realizar para finalizar el desafío. En pantalla tendremos un botón comenzar el cual comenzará la cuenta atrás del contador que se muestra en pantalla. Para poder crear el contador hemos creado una clase llamada MiContador.

```
private class MiContador extends CountDownTimer {  
  
    public MiContador(long millisInFuture, long countDownInterval) {  
        super(millisInFuture, countDownInterval);  
    }  
  
    @Override  
    public void onFinish() {  
  
        if (minutos == 0)  
        {  
            Pulsera pulsera = new Pulsera();  
  
            pulsera.setmDeviceName(getIntent().getExtras().getString(key: "nombreDispositivo"));  
            pulsera.setmDeviceAddress(getIntent().getStringExtra(name: "direccionDispositivo"));  
            pulsera.startConnecting();  
            pulsera.stateConnected();  
            pulsera.getSteps();  
  
            while (pasosObtenidos == 0)  
            {  
                pulsera.getSteps();  
            }  
        }  
    }  
}
```

Ilustración 50: Clase MiContador

Esta clase permite actualizar a cada segundo el contador que se localiza en la pantalla gracias a su método onTick (). Cuando el contador llega a 0, se lanza su método onFinish (). En dicho método se comprueba si se ha acabado el contador comprobando si se ha llegado a 0:00 minutos. Si no, se crea un nuevo contador con 1 minuto menos, aunque para la experiencia de usuario solo baje 1 minuto el contador. En este método además se puede encontrar una llamada a nuestra segunda clase creada para esta funcionalidad, Pulsera.

```

private class Pulsera{
    Boolean isListeningHeartRate = false;

    public static final String EXTRAS_DEVICE_NAME = "DEVICE_NAME";
    public static final String EXTRAS_DEVICE_ADDRESS = "DEVICE_ADDRESS";
    BluetoothAdapter bluetoothAdapter;
    BluetoothGatt bluetoothGatt;
    BluetoothDevice bluetoothDevice;

    private String mDeviceName;
    private String mDeviceAddress;
    public short pasos;
    public short distancia;
    public short calorías;
    public boolean ok;

    public Pulsera()
    {
        bluetoothAdapter = BluetoothAdapter.getDefaultAdapter();
        ok = true;
    }
}

```

Ilustración 51: Clase Pulsera

Dicha clase, bastante parecida a la clase dedicada a la conexión de la pulsera, se crea para poder obtener una nueva conexión con la pulsera durante el ejercicio. En esta clase se obtiene la información del usuario antes y después del ejercicio para, de ese modo, obtener los datos del ejercicio. Para ello se realizan los siguientes pasos:

- 1- Conectamos con la pulsera gracias a la dirección física obtenida en la vinculación inicial de la pulsera.
- 2- Para poder realizar una llamada a la pulsera para obtener la información necesaria es preciso obtener el servicio el cual contiene la característica que queremos obtener, la cual es la siguiente cadena "00000007-0000-3512-2118-0009af100700".
- 3- A esa característica hay que añadirle un array de bytes con los bytes 0x21,0x2,0x1.

```

BluetoothGattCharacteristic bchar = bluetoothGatt.getService(CustomBluetoothProfile.Basic.service)
    .getCharacteristic(CustomBluetoothProfile.Basic.stepsCharacteristic);
bchar.setValue(new byte[]{21, 2, 1});

```

Ilustración 52: bytes de envío de característica

- 4- Posteriormente recibiremos un array de bytes con la respuesta que recibiremos de la pulsera, del cual nos interesan solo unos bytes, los cuáles se puede ver a continuación:

```
@Override
public void onCharacteristicRead(BluetoothGatt gatt, BluetoothGattCharacteristic characteristic, int status) {
    super.onCharacteristicRead(gatt, characteristic, status);
    Log.v( tag: "test", msg: "onCharacteristicRead");

    byte[] data = characteristic.getValue();

    int steps = 0xff & data[1] | (0xff & data[2]) << 8;
    pasos= (short) steps;
    pasosObtenidos = pasos;
    int distancia = (((data[5] & 255) | ((data[6] & 255) << 8)) | (data[7] & 16711680)) | ((data[8] & 255) << 24));
    distancia= (short) distancia;
    int calorie = (((data[9] & 255) | ((data[10] & 255) << 8)) | (data[11] & 16711680)) | ((data[12] & 255) << 24));
    calorias = (short) calorie;
    caloriasObtenidas = calorias;
}
```

Ilustración 53: Como leer las características del usuario de la pulsera

- 5- Por último, solo tendremos que acceder a las variables de la clase con los valores obtenidos.

Cuando es presionado el botón “comenzar” por el usuario, obtenemos sus datos como hemos comentado anteriormente y comienza la cuenta atrás.

```
comenzar.setOnClickListener((v) -> {
    Pulsera pulsera = new Pulsera();

    pulsera.setmDeviceName(getIntent().getExtras().getString( key: "nombreDispositivo"));
    pulsera.setmDeviceAddress(getIntent().getStringExtra( name: "direccionDispositivo"));
    pulsera.startConnecting();
    pulsera.stateConnected();
    pulsera.getSteps();
    while (pasosObtenidos == 0)
    {
        pulsera.getSteps();
    }
    pulsera.stateDisconnected();
    pasosObtenidosAntes = pasosObtenidos;
    caloriasObtenidasAntes = caloriasObtenidas;
    caloriasObtenidasAntes = pulsera.calorias;

    MiContador contador = new MiContador(tiempo, countDownInterval: 1000);
    contador.start();
    comenzar.setClickable(false);
});
```

Ilustración 54: Primera llamada a la pulsera antes del ejercicio

Posteriormente, al finalizar el ejercicio y volver a conectarnos con la pulsera, calculamos todos los datos necesarios con la información recibida y añadimos el ejercicio realizado a la base de datos:

```

pulsera.setmDeviceName(getIntent().getExtras().getString( key: "nombreDispositivo"));
pulsera.setmDeviceAddress(getIntent().getStringExtra( name: "direccionDispositivo"));
pulsera.startConnecting();
pulsera.stateConnected();
pulsera.getSteps();

while (pasosObtenidos == 0)
{
    pulsera.getSteps();
}

Calendar cal = Calendar.getInstance();

String fechaHoy = cal.get(Calendar.DAY_OF_MONTH) + "/" + cal.get(Calendar.MONTH) + "/" + cal.get(Calendar.YEAR);

int dis = (int) (pasosObtenidos*user.getZancada());
int pasosRealizados = pasosObtenidos-pasosObtenidosAntes, disRealizada = dis-(int) (pasosObtenidosAntes*user.getZancada());
int caloriasRealizadas = caloriasObtenidas-caloriasObtenidasAntes;

db.addEjercicio(user.getId(),user.getUsername(), fechaHoy,pasosRealizados,disRealizada,caloriasRealizadas);

```

Ilustración 55: 2ª llamada a la pulsera al terminar el ejercicio

Por último, se le informa al usuario si ha cumplido o no con los objetivos marcados en ese desafío mediante un AlertDialog, siempre motivando al usuario con mensajes positivos para que no pierda la motivación por el deporte:

```

if(pulsera.pasos < pasos)
{
    AlertDialog alertDialog = new AlertDialog.Builder( context: DesafioActivity.this).create();
    alertDialog.setTitle("Alerta");
    alertDialog.setMessage("no has superado el objetivo, ¡vuelve a intentarlo con más fuerza!");
    alertDialog.setButton(AlertDialog.BUTTON_NEUTRAL, "Aceptar",
        (OnClickListener) (dialog, which) -> {
            dialog.dismiss();
            Intent ce = new Intent( packageContext: DesafioActivity.this, CaminoAlExito.class);
            ce.putExtra( name: "nombreDispositivo", getIntent().getStringExtra( name: "nombreDispositivo"));
            ce.putExtra( name: "direccionDispositivo", getIntent().getStringExtra( name: "direccionDispositivo"));
            ce.putExtra( name: "username",getIntent().getExtras().getString( key: "username"));
            startActivity(ce);
        });
    alertDialog.show();
}

```

Ilustración 56: Mensaje de usuario al finalizar desafío

## 7.4 Resultado final

Es posible ver el resultado final accediendo al siguiente video de mi cuenta personal de YouTube en el que se puede apreciar el funcionamiento final de la aplicación con unos datos de prueba para poder reproducir un ejercicio en un tiempo mínimo:

<https://www.youtube.com/watch?v=dw0Fnza5Jvs&feature=youtu.be>

Además todo el código está contenido en mi GitHub personal:

<https://github.com/fh10/TFG>

## 8. Conclusiones

Con el proyecto finalizado, es de obligada realización una recapitulación y revisión del trabajo realizado y comprobar si se han logrado cumplir los objetivos marcados en un principio.

### 8.1 Revisión de los objetivos marcados

Los objetivos que se marcaron en un principio en el proyecto son los siguientes:

- **Investigar y analizar proyectos similares:** Se ha realizado un estudio de proyectos similares ya existentes muchos basados en la misma idea.
- **Investigar en profundidad los deportes en lo cuáles se puede tener una evolución positiva conjunta:** Se han investigado los potenciales usos del proyecto en diferentes deportes a la vez que ha sido testeado en baloncesto.
- **Estudiar el mercado para la correcta selección de la smartband a emplear:** Se ha realizado un amplio estudio del mercado sobre las smartBand disponibles para deportistas y aplicaciones que proporcionen información útil al deportista gracias a un weareable.
- **Ofrecer una alternativa barata y accesible al deporte a un gran número de usuarios:** El precio de la Xiaomi miBand 3 dista bastante de sus competidoras directas y para un deportista amateur es muy completa, con lo cual cumple perfectamente lo precisado.
- **Investigar y analizar la pulsera inteligente Xiaomi miBand 3 mediante ingeniería inversa:** Se ha investigado como poder conectar con la pulsera además de cómo enviar y obtener información de ella desde una aplicación Android.
- **Diseñar la aplicación móvil conforme a los requisitos establecidos:** Se establecieron los requisitos funcionales de la aplicación y se han cumplido sin excepción alguna.
- **Implementar prototipos en cada iteración del proyecto:** Se han ido creando prototipos funcionales conforme se avanzaba en la implementación de la aplicación para poder ver el resultado final y testear la funcionalidad creada en esa iteración.
- **Entregar la aplicación móvil en su versión acabada:** Se ha entregado la aplicación finalizada completamente con total uso y funcionamiento.



## 8.2 Conclusiones

Este proyecto ha sido un gran desafío tanto personal como académico. A nivel personal me afectaba de cerca el problema propuesto dado que he sido y soy deportista. Sé de primera mano lo importante que es el deporte en las personas y la accesibilidad es una característica vital para que se expanda y ayude a millones de personas. Normalmente este tipo de tecnología es bastante cara y no es una opción para muchos deportistas o equipos, pero gracias al auge de los wearables surgen nuevas opciones para que el deporte siga brillando en nuevas personas, nuevos equipos, nuevos destinos.

Sin embargo, sin lugar a duda, este proyecto ha sido un desafío académico dado que todo lo que se ha realizado era desconocido para mí. Ha sido mi primera experiencia con Android Studio, mi primera aplicación de teléfono móvil y por supuesto mi primer trabajo con un wearable. Ha sido un camino de constante aprendizaje del que seguro que solo he tocado la punta del iceberg de las posibilidades existentes en el mundo de las apps móviles. Siento que esto ha sido una gran experiencia que no tiene precio, sin dejar de lado la gran dificultad que me ha llevado la realización de este proyecto. No ha sido sencillo conseguir llevarlo a cabo por la multitud de dificultades que me han ocurrido, seguramente fruto de mi inexperiencia en este terreno.

La elección de la Xiaomi MiBand ha sido una decisión arriesgada dado que existen multitud de wearables que te proporcionan muchas más funcionalidades y más precisión. Sin embargo, en este proyecto se ha primado la accesibilidad y en eso nadie puede competir con la MiBand a nivel de calidad/precio, lo que la hace perfecta para poder hacer llegar el deporte a millones de personas mejorar su estilo de vida.

Como conclusión, me gustaría comentar que este mundo de la tecnología vestible es aún muy joven y está por explorar y seguramente en pocos años veremos un gran auge de esta tecnología y grandes avances que harán de esta tecnología nuestra día a día.

## 9 REFERENCIAS

LOZ,2011. Carlos Gil. La máquina de curar esguinces. La opinión de Zamora  
<https://www.laopiniondezamora.es/ultima/2011/06/17/maquina-curar-esguinces/525682.html>

CCS INSIGHT,2015.Wearables Market to Be Worth \$25 Billion by 2019. CCS INSIGHT  
<https://www.ccsinsight.com/press/company-news/2332-wearables-market-to-be-worth-25-billion-by-2019-reveals-ccs-insight/>

Kepa Sagastabeitia, 2016.José Tomás Palacín, Wearables que salvan vidas. INNOVASPAIN  
<https://www.innovaspain.com/wearables-salvan-vidas/>

FEC , 2017, Sergio Muñoz, Los riesgos del sedentarismo, Fundación Española del Corazón  
<https://fundaciondelcorazon.com/corazon-facil/blog-impulso-vital/2896-los-riesgos-del-sedentarismo.html>

J.Francia, 2017. Joel Francia, ¿Qué es scrum? Scrum.org  
<https://www.scrum.org/resources/blog/que-es-scrum>

Esther Payueta,2018, Cómo se ha transformado el deporte con la tecnología. Impulso digital (EL Mundo)  
<http://www.impulsodigital.elmundo.es/sociedad-inteligente/como-se-ha-transformado-el-deporte-con-la-tecnologia>

NEOSENTEC, 2019, ¿Qué son los weareables?, NEOSENTEC  
<https://www.neosentec.com/dispositivos-wearables/>

Bravent, 2019, Beneficios de las metodologías ágiles, BRAVENT  
<https://www.bravent.net/beneficios-de-las-metodologias-agiles>

Aashari, 2019, Ejemplo de conexión con dispositivos bluetooth a través de la tecnología BLE en Android Studio, Aashari  
<https://github.com/aashari/mi-band-2>

AT, 2019, SDK, ATINTERNET  
<https://www.atinternet.com/es/glosario/sdk/>

SEEDO, 2019, Cálculo del IMC, Sociedad española para el Estudio de la Obesidad

<https://www.seedo.es/index.php/pacientes/calculo-imc>